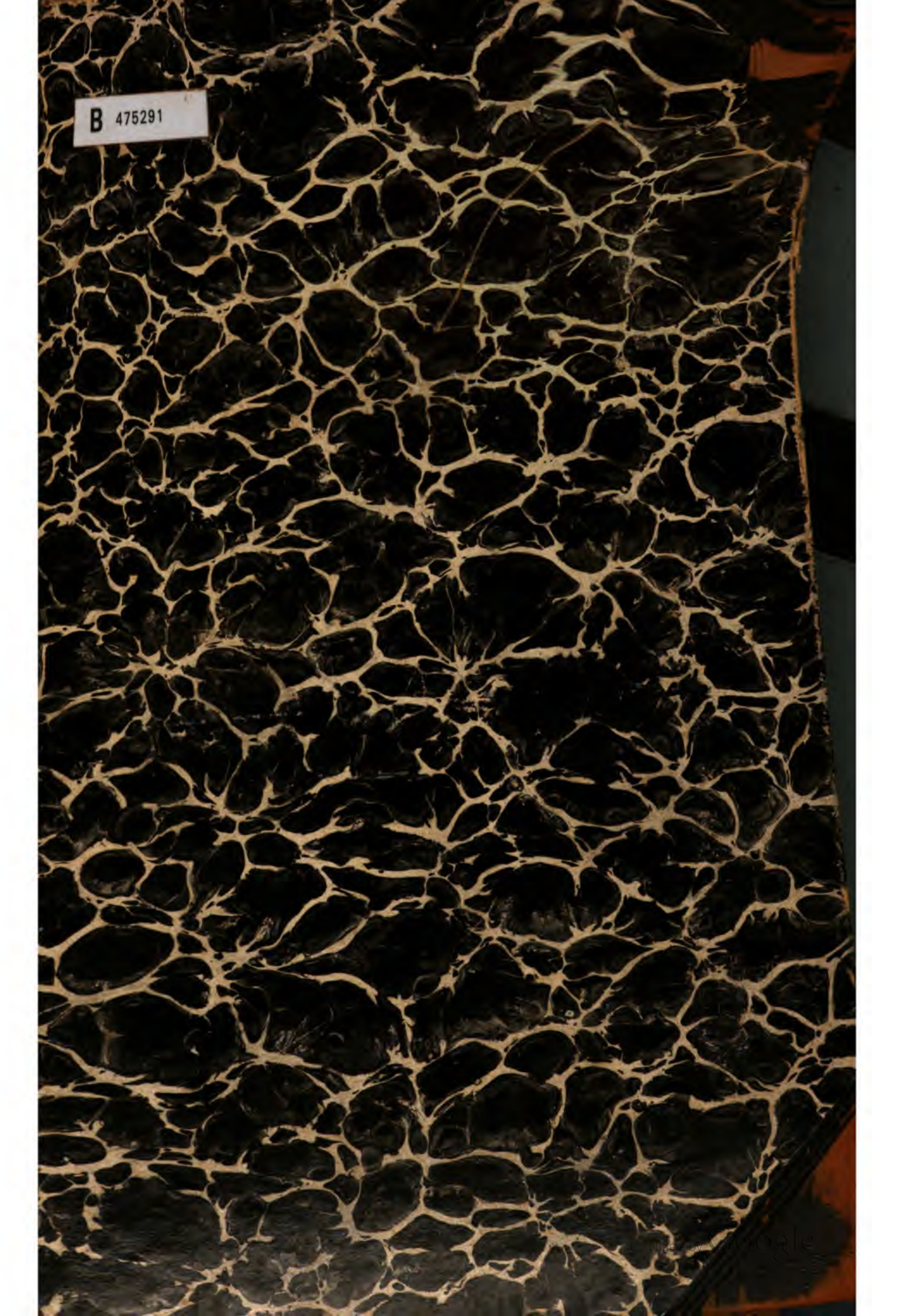
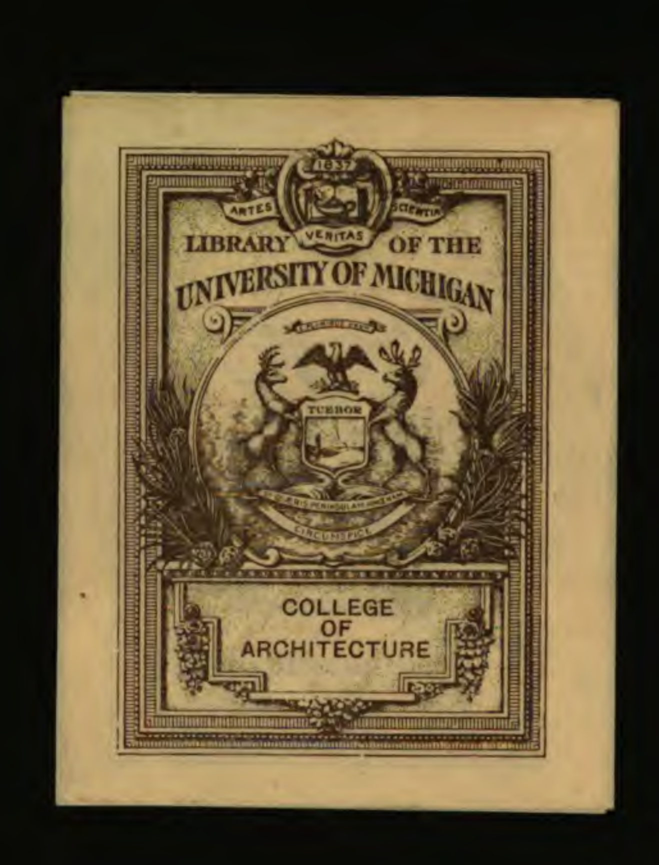

B 475291



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
COLLEGE
OF
ARCHITECTURE

Gefamtanordnung und Gliederung des „Handbuches der Architektur“ (zugleich Verzeichnis der bereits erfchienenen Bände, bezw. Hefte) find am Schluffe des vorliegenden Bandes zu finden.

Jeder Band, bezw. jeder Halbband und jedes Heft des „Handbuches der Architektur“ bildet ein für fich abgefchloffenes Buch und ift einzeln käuflich.

HANDBUCH

DER

ARCHITEKTUR.

Unter Mitwirkung von

Geheimerat
Professor Dr. **Josef Durm**
in Karlsruhe

und

Geh. Regierungs- u. Baurat
Professor Dr. **Hermann Ende**
in Berlin

herausgegeben von

Geheimer Baurat
Professor Dr. **Eduard Schmitt**
in Darmstadt.

Dritter Teil.

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.
Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.
Glockenstühle.
Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen.
Stützmauern, Terrassen und Perrons.
Freitreppen und äussere Rampen.
Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.
Vordächer.
Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.

DRITTE AUFLAGE.

ARNOLD BERGSTRÄSSER VERLAGSBUCHHANDLUNG (A. KRÖNER).
STUTTGART 1904.

DIE
HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.
DES
HANDBUCHES DER ARCHITEKTUR
DRITTER TEIL.

---

6. Band:

Sicherungen gegen Einbruch.

Von † Erwin Marx, und Hugo Koch,
Geh. Baurat und Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt, Berlin.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.

Von Aurel Sturmhoefel,
Stadtbaurat a. D. in Berlin.

Glockenstühle.

Von Dr. Claus Köpcke,
Geheimrat, vorm. Professor am Polytechnikum in Dresden.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen. Stützmauern.

Von Emil Spillner,
Königl. Baurat in Essen a. d. R.

Terrassen, Freitreppen und äussere Rampen.

Von † Franz Ewerbeck,
Professor an der technischen Hochschule in Aachen.

Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

Von Emil Spillner,
Königl. Baurat in Essen a. d. R.

Vordächer.

Von Dr. Eduard Schmitt,
Geh. Baurat und Professor an der technischen Hochschule in Darmstadt.

Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.

Von Ernst Brückner, und Emil Spillner,
Oberingenieur der Gesellschaft für *Linde*'s Eismaschinen A.-G. in Wiesbaden, Königl. Baurat in Essen a. d. R.

DRITTE AUFLAGE.

Mit 369 in den Text eingedruckten Abbildungen, sowie 1 in den Text eingehefteten Tafel.

STUTTGART 1904.
ARNOLD BERGSTRÄSSER VERLAGSBUCHHANDLUNG.
A. KRÖNER.

Druck von BÄR & HERMANN in Leipzig.

Handbuch der Architektur.

III. Teil.

Hochbaukonſtruktionen.

6. Band.

(Dritte Auflage.)

INHALTSVERZEICHNIS.

Konſtruktionen des inneren Ausbaues.

6. Abſchnitt:

Sonſtige Konſtruktionen des inneren Ausbaues.

Fünfte Abteilung:

Verſchiedene bauliche Anlagen.

1. Abſchnitt:

Sicherungen gegen Feuer, Blitzſchlag, Bodenſenkungen und Erderſchütterungen.

2. Abſchnitt:

Stützmauern und Terraſſen, Freitreppen und äuſsere Rampen.

3. Abſchnitt:

Bürgerſteige und Hofflächen, Vordächer und Kühlanlagen.

Tafel bei S. 163:

III. Teil, 4. Abteilung:

KONSTRUKTIONEN DES INNEREN AUSBAUES.

6. Abschnitt.

Sonstige Konstruktionen des inneren Ausbaues.

1. Kapitel.

Sicherungen gegen Einbruch.

Von † Erwin Marx; neu bearbeitet von Hugo Koch.

Von jeher waren die Menschen bestrebt, ihr Eigentum gegen gewaltsame oder listige Angriffe zu schützen. Die Ägypter verwahrten die Leichen ihrer Könige und die ihnen mitgegebenen Schätze im Inneren der Pyramiden in umständlichster Weise durch steinerne Falltüren und lange, auf- und absteigende, am Ende vermauerte Gänge. Griechen und Römer schützten ihre Tempelzellen und Schatzhäuser durch bronzene oder mit Erz beschlagene Türen. Die Schätze der Kirchen wurden schon im Mittelalter in eisernen Truhen in den Sakristeien oder Schatzkammern hinter schweren eisernen Türen verschlossen. Verschließbare Türen kannten schon die alten Kulturvölker. Aber trotz aller Vorsichtsmaßregeln ist der Zweck doch auf die Dauer nur in seltenen Fällen erreicht worden. Pyramiden und Tempel, Truhen und Türen wurden erbrochen, die verwahrten Schätze geraubt. 1. Vorbemerkungen.

Galt es früher namentlich, den Angriffen durch rohe Gewalt Widerstand zu leisten, so haben wir heutzutage, wenigstens in zivilisierten Ländern, unser Augenmerk darauf zu richten, daß zwar die fortgeschrittene Technik uns wohl mehr Mittel, unser Eigentum zu schützen, an die Hand gibt, daß sie aber auch in der ausgedehntesten Weise Mittel bietet, die sorgfältigsten Schutzvorkehrungen zu zerstören. Alle möglichen Sicherungen nützen nichts, wenn sie nicht aufmerksam überwacht, wenn Zeit und Gelegenheit geboten werden, sie zu beseitigen. Ist es Sache des Besitzers, die Überwachung auszuüben, so ist es andererseits Aufgabe des Technikers, die Sicherungsvorkehrungen den zu verwahrenden Gegenständen angemessen zu treffen und die Überwachung zu erleichtern. Über das notwendige Maß dieser Sicherungen werden die Anschauungen je nach der größeren oder geringeren allgemeinen Sicherheit des Eigentumes verschieden sein. Wie nach den großen Städten die Bevölkerung, besonders das Proletariat, wegen der stärkeren Aussicht auf Verdienst, strömt, so sammeln sich auch da die Verbrecher wegen der größeren Gelegenheit für ihre Arbeit. Die Sicherheit gegen Eigentumsverbrechen ist deshalb auf dem Lande größer als in der Stadt, in der kleinen Stadt größer als in der volkreichen. In kleinen Orten ist man daher gegen Einbruch und Diebstahl sorgloser als in den Mittelpunkten des Verkehres. Umgekehrt verleiht das Zusammen-

wohnen von Menſchen ein größeres Gefühl der Sicherheit. An ganz einſamen Orten wird man daher ſich ängſtlicher ſchützen als da, wo mehrere Behauſungen beiſammen ſtehen.

Der großen Mehrzahl der Menſchen genügen zum Schutz ihrer Habe und ihrer Perſon gut verſchließbare hölzerne Türen unter Hinzufügen von Fenſterläden oder -Vergitterungen in den unteren Geſchoſſen der Häuſer. Der Wohlhabende, der Geſchäftsmann bedarf ſchon weitergehender Vorkehrungen; er verſchließt in der Regel ſeine Werte in feuer- und einbruchſicheren Kaſſenſchränken. Dieſe aber genügen dem Reichen, den Geld- und Bank-Geſchäftshäuſern, den Juwelieren, den großen öffentlichen Kaſſen noch nicht. Es werden beſondere Schatzräume, ſog. Treſore, von größerer oder geringerer Ausdehnung notwendig, ausgeſtattet mit allen der heutigen Technik möglichen Feinheiten in der Konſtruktion der Raumumſchließungen und -Verſchlüſſe, ſowie den ſelbſttätigen Vorrichtungen zur Kennzeichnung des Angriffes durch Unberufene, den Meldewerken.

Die Sicherheitsmaßregeln werden ſich daher in folgende Gruppen zuſammenfaſſen laſſen:

a) ſicherer Verſchluß der Verkehrsöffnungen, alſo der Türen;
b) ſicherer Verſchluß der Licht- und Luftöffnungen, alſo der Fenſter;
c) Sicherungen von Wänden, Decken und Fußböden beſonderer Räume gegen Durchbruch;
d) Anbringen von Meldewerken zur Anzeige von unberechtigten Öffnungsverſuchen der Türen und Fenſter.

Mitunter ſieht man von konſtruktiven Sicherheitsmaßregeln wohl ganz ab und verläßt ſich auf die Behütung der betreffenden Räume während der Nacht durch die öffentlichen Sicherheitsbeamten oder beſonders beſtellte Wächter, oder man verbindet mit den Sicherungen eine ſtrenge Überwachung.

In beiden Fällen iſt die helle Beleuchtung des Inneren der Räume während der Nacht notwendig, ſo daß der Wächter oder die Vorübergehenden durch das nicht mit Läden verſchloſſene Fenſter oder durch eine Öffnung im Laden beobachten können, was innen vorgeht[1]).

Es kann nicht Abſicht ſein, hier die zahlreichen Verſchluß- und Schloßkonſtruktionen der Wandöffnungen zu beſprechen, da dies an anderer Stelle dieſes „Handbuches“ (insbeſondere in Teil III, Band 3, Heft 1) bereits geſchehen iſt, weswegen auch die gewöhnlichen Verſchlußvorrichtungen nicht einmal erwähnt zu werden brauchen. Es handelt ſich hier darum, eine Überſicht der beſonderen Sicherungsmittel zu bieten und etwa einzelne Konſtruktionen, die ſonſt nicht zur Beſprechung gelangen würden, wie z. B. die Vergitterungen der Fenſter, die Konſtruktion der Treſore etc. näher zu erörtern.

a) Sicherungen des Verſchluſſes der Türöffnungen.

Die Türen können gegen Einbruch geſichert werden:

1) durch Wahl feſten Materials und feſter Konſtruktion für Türgeſtelle und Türflügel oder durch Verkleidung eines weniger feſten Materials durch ein feſteres;

2) durch Sicherheitsverſchlüſſe.

1) Sicherung durch Material und Konſtruktion der Türen.

2. Holztüren.

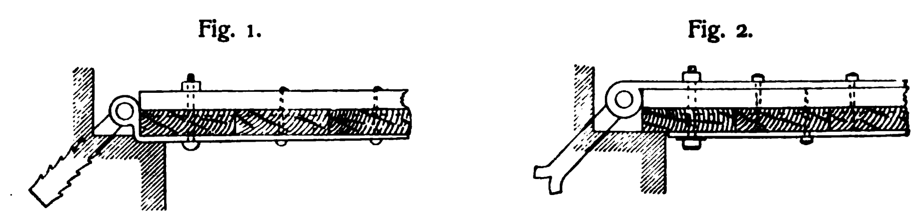
Die meiſt üblichen geſtemmten Holztüren bieten der Zerſtörung wenig Widerſtand; die eingeſchobenen Füllungen ſind bald herausgeſchnitten. Deswegen macht

[1]) *G. H. Chubb* gibt (in: *Building news*, Bd. 28, S. 163) folgende ſechs Vorſichtsmaßregeln an, um ſich vor Diebſtahl zu bewahren: 1) Sei vorſichtig in der Wahl der Dienſtboten, welche oft die Verbündeten oder Werkzeuge der Einbrecher ſind. 2) Habe Spiegelglas in allen Fenſtern, weil dieſes nicht geräuſchlos, wie Scheibenglas, zerbrochen werden kann. 3) Verſieh alle vom Erdboden aus erreichbaren Fenſter und Offnungen mit ſtarken Gitterſtäben, welche in den Stein oder in das Backſteinmauerwerk eingreifen und nicht weiter als 5 Zoll voneinander entfernt ſind, ſowie alle Fenſter der oberen Stockwerke mit *Hopkinſon*'s oder *Dawes*' Patentverſchlüſſen, welche wohlfeil und feſt ſind und nicht von außen geöffnet werden können. 4) Halte einen, wenn auch kleinen Hund im Inneren des Hauſes. 5) Habe eine Anzahl von Glocken an den Läden, elektriſche Leitungen oder andere Klimpereien, ſetze aber kein Vertrauen in dieſelben. 6) Laſſe ſo wenig als möglich wertvolle Sachen umher liegen.

man ſchon gewöhnliche Haustüren aus ſtärkerem und gern auch aus feſterem Holz, z. B. aus Eichenholz, und konſtruiert ſie mit überſchobenen Füllungen. Noch mehr Sicherheit bieten die bei den mittelalterlichen Kirchenbauten zur Anwendung gelangten genagelten Türen. Über alle dieſe Türarten ſiehe Näheres in Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 191, S. 151 ff.[2]) dieſes „Handbuches".

Bei einfachen Ausführungen entſprechen den inneren Querleiſten außen aufgenagelte oder mit Schraubenbolzen befeſtigte Schienenbänder, die um den Rand des Türflügels umgekröpft ſind und auf den an der inneren Seite der Türgewände befeſtigten Türhaken in Öſen hängen (Fig. 1). Bei Steingewänden müſſen die Türhaken in ein größeres Werkſtück eingelaſſen und vergoſſen, in Backſteinmauerwerk aber eingemauert werden. Die geſchmiedeten Nägel zur Befeſtigung der Bänder werden auf der Innenſeite umgenietet.

In der Regel liegen die Schienenbänder an der Innenſeite auf den Leiſten. Ihnen entſprechen dann außen die Zierbänder, welche die umgenieteten Nagelſpitzen der erſteren verdecken. Sie ſelbſt werden durch Schraubenbolzen, deren Muttern innen liegen, mit den Schienenbändern verbunden. Außerdem werden



Genagelte Holztüren. — $^1/_{15}$ w. Gr.

ſie noch durch Nägel befeſtigt, die aber, da ſie gegen die inneren Bänder ſtoßen, nicht umgenietet werden können (Fig. 2). Siehe hierüber auch das oben genannte Heft dieſes „Handbuches" (Art. 263, S. 252 ff.[3]).

Dieſe Zierbänder führen ihren Namen von der reichen dekorativen Wirkung, welche mit ihnen zu erzielen iſt. Wenn ſie aber, was häufig der Fall, die Fläche der Türflügel in ihrer ganzen Ausdehnung ziemlich gleichmäßig überdecken, ſo haben ſie nicht bloß eine Bedeutung als Zierde, ſondern bilden auch eine weſentliche Verſtärkung der Tür. (Siehe hierüber im gleichen Hefte Fig. 514, 519 u. 521 S. 246, 249 u. 250[4]).

Der Rand der Türflügel wird oft durch einen um die Kante gelegten und nach einer blattartigen Zeichnung ausgeſchnittenen Blechſtreifen geſichert. Die Leiſten auf der Innenſeite können auch zu einem regelmäßigen Rahmenwerk ausgebildet werden.

Beſtehen die Türen aus einer doppelten Bohlenlage, ſo können die Hängebänder eine ähnlich reiche Ausbildung erhalten wie die Zierbänder[5]).

Die Sicherung wird zum Hauptzweck bei denjenigen Holztüren, die äußerlich in ihrer ganzen Fläche mit ſich kreuzenden Eiſenbändern in der Weiſe belegt

[2]) 2. Aufl.: Art. 197, S. 152 ff.

[3]) 2. Aufl.: Art. 271, S. 255 ff.

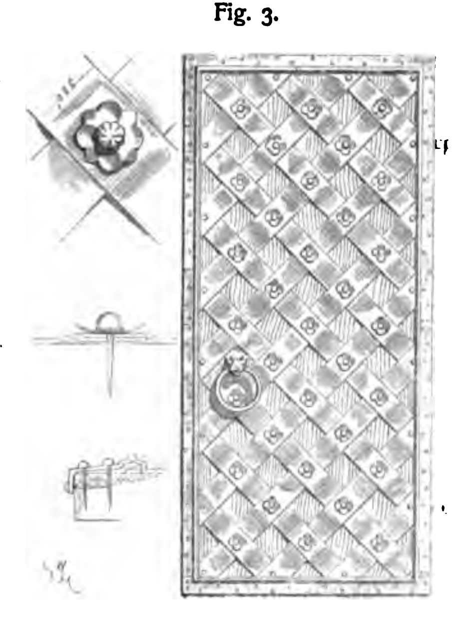
[4]) 2. Aufl.: Fig. 534, 539 u. 541, S. 249, 252 u. 253.

[5]) Näheres über dieſe Türkonſtruktion findet man u. a. in: UNGEWITTER, G. Lehrbuch der gotiſchen Konſtruktionen. Leipzig 1875. – UNGEWITTER, G. Vorlegeblätter für Holzarbeiten. 2. Aufl. Glogau. – VIOLLET-LE-DUC, E. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. VIII. Paris 1866. (Artikel „*Serrurerie*").

werden, daß zwischen denselben quadratische oder rautenförmige Holzflächen sichtbar bleiben. An den Kreuzungsstellen sind die Eisenbänder übereinander gekröpft und durch mit Rosetten gezierte Nägel befestigt (Fig. 3[6]).

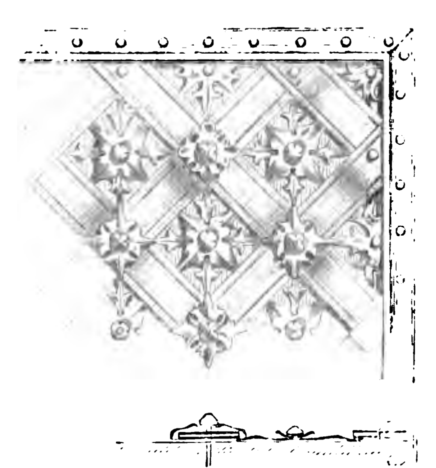
Eine weitere Verzierung und Verstärkung wird durch Aufsetzen von Rosetten oder anderen passenden Ornamenten auf die freien Holzflächen (Fig. 4[6]) erzielt.

Fig. 3.



Vermehrte Sicherheit ergibt sich durch Verkleidung der ganzen Holzfläche mit Metallplatten (im Mittelalter oft reich skulpierte Bronzeplatten). In der Regel wird dazu Eisenblech verwendet. Im Mittelalter konnte dieses nur in kleinen Stücken durch Hämmern hergestellt werden, weshalb zu einer derartigen Verkleidung zahlreiche Teile notwendig wurden, die man entweder in wagrechten, lambrequinartig ausgeschnittenen Streifen sich überdecken ließ oder in rechteckigen Stücken aneinander nietete. Eine Verstärkung fand dann noch auf der Fläche und am Rande durch aufgelegte Eisenbänder statt (Fig. 5[7]). Siehe auch Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 233, S. 209[8]) dieses „Handbuches".

Fig. 4.



Mit Eisen beschlagene Holztüren[6]).

Gegenwärtig macht die Beschaffung größerer Bleche keine Schwierigkeiten, und daher wird auch, wo es angeht, der Überzug aus einem Stück hergestellt und so oft als nötig aufgenagelt. Verstärkungen durch Schienen werden in ähnlicher Weise wie früher angeordnet. Nach dem deutschen Reichspatent Nr. 99446 stellt *Spengler* in Berlin Türen aus zwei Metallplatten her, die mittels dazwischen befestigter Holzklötze miteinander verbunden sind (Fig. 6[9]). In den einzelnen Abbildungen *a* bis *g* sind verschiedene Möglichkeiten der Ausführung gegeben, wobei das Schloß *f* und die Kantenriegel *g* wie an den Holztüren angebracht werden. Die einzelnen Bleche und Ziereisen werden mit gewöhnlichen Holzschrauben befestigt. Bei *e* ist das Anschlagen der Bänder angedeutet; *b* zeigt das Anbringen etwaiger Verglasung; *a* und *d* stellen zweierlei Anschläge dar.

Noch eine Armierung der Holztüren mag erwähnt werden, welche im Mittelalter und namentlich in der Renaissancezeit häufig zur Anwendung gelangte, aber

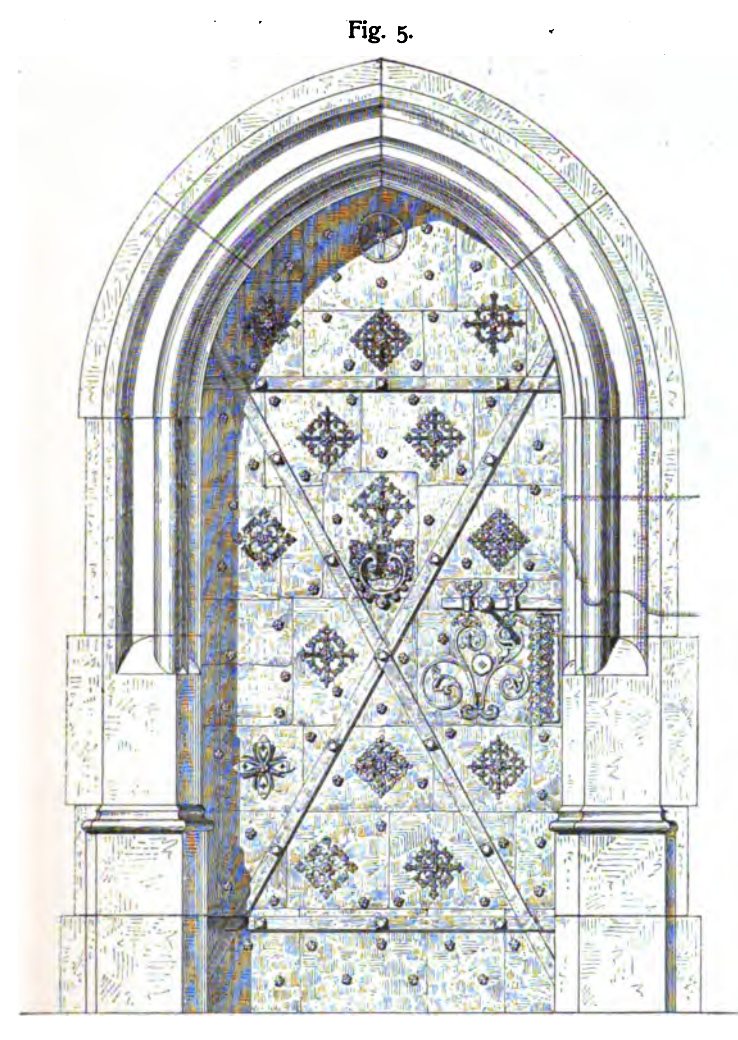
[6]) Fakf.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC, a. a. O., Bd. IX. Paris 1867. S. 352, 353.

[7]) Fakf.-Repr. nach: Publikationen des Vereines „Wiener Bauhütte", Bd. XI.

[8]) 2. Aufl.: Art. 241, S. 212.

[9]) Fakf.-Repr. nach: Centralbl. d. Bauverw. 1899. S. 60.

Fig. 5.



Sakristeitür der *St. Leonhards*-Kirche in Tamsweg[7].

$^1/_{80}$ w. Gr.

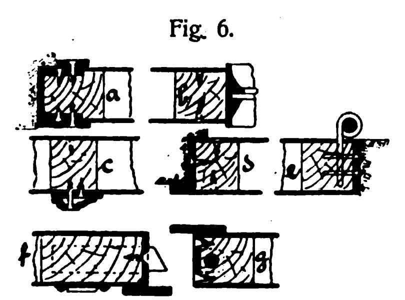
auch heute noch mitunter, z. B. bei Haustoren, Verwendung findet und darin besteht, daß die äußeren Holzflächen mit mehr oder weniger reich gebildeten großen Nagelköpfen in großer Zahl nach bestimmten Mustern besetzt werden. (Siehe z. B. Fig. 267, S. 137 oder 2. Aufl. Fig. 283, S. 138 des wiederholt genannten Heftes.)

Auch die gewöhnlichen gestemmten Türen hat man gegen Einbruch sicherer zu machen gesucht, indem man die eingeschobenen Holzfüllungen durch solche aus Eisen- oder Stahlblech ersetzte. Das Ansehen der gewöhnlichen Holztüren bewahrte man durch Aufleimen von Furnieren auf das Eisenblech.

Die tief gefalzten Rahmen sind dabei mindestens 4,5 bis 5,0 cm stark und von hartem Holz zu machen. Zu den Füllungen nimmt man 1,5 bis 2,0 mm starke Stahlblechtafeln oder 2 bis 3 mm starke Kesselblechtafeln, welche an den Rändern durchlocht und in den Rahmen durch Stifte befestigt sind. Das Herausschneiden der Füllungen mit gewöhnlichen Werkzeugen ist unmöglich und jeder Versuch dazu mit starkem Lärm verbunden[10].

Die Zugangstüren zur Kasse in der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg sollten dieselbe Ausbildung erhalten wie die benachbarten Türen. Dies wurde dadurch erreicht, daß auf eine 3 mm starke Stahlblechtafel, welche den eigentlichen Türflügel bildete und deshalb auch das Schloß und die Türbänder trug, die Holzverkleidung an beiden Seiten in derselben Ausbildung wie bei den anderen Türen aufgeschraubt wurde. Diese Kassentüren unterscheiden sich deshalb in keiner Weise von den übrigen, nur daß sie erheblich schwerer und aus diesem Grunde auch etwas weniger leicht beweglich sind.

Fig. 6.



Metallplattentüren auf Holzgerüst[9].

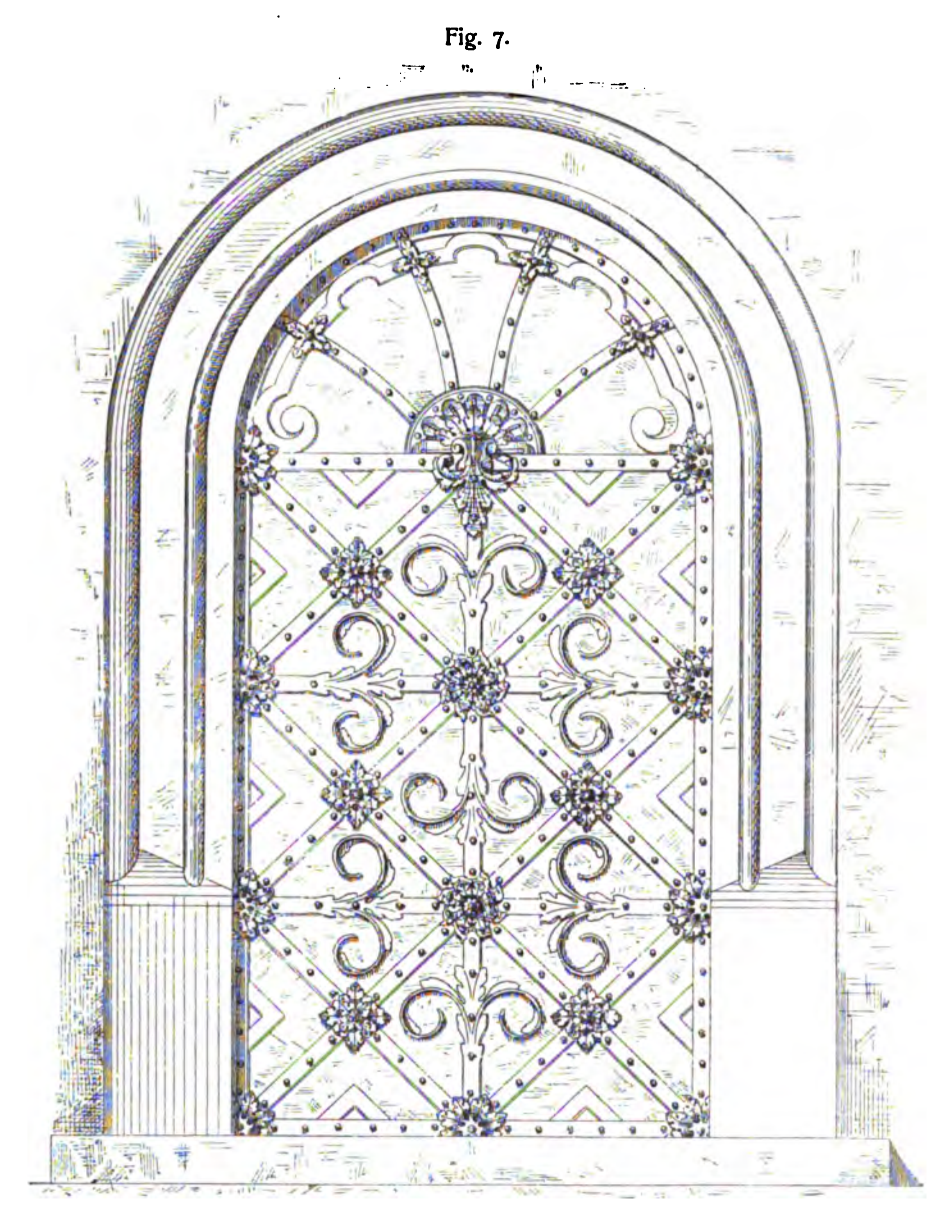
$^1/_{10}$ w. Gr.

Bei den schweren armierten Türen werden gewöhnlich die zur Verstärkung angewendeten Querschienen zugleich auch als Bänder benutzt,

[10]) Nach: Deutsches Baugwksbl. 1889, S. 485.

oder man bedient ſich der Kreuzbänder oder läßt die Türen unten in Zapfen gehen. Namentlich die letztere Anordnung iſt für ſchwere Türflügel zu empfehlen, weil man dabei der Schwierigkeit der unwandelbaren Befeſtigung der Türhaken in den Gewänden zum Teile entgeht; der obere Türhaken hat die Tür nur im lotrechten

Fig. 7.



Eiſerne Tür vom „Grünen Gewölbe" in Dresden[11]).
$^1/_{20}$ w. Gr.

Stande zu erhalten. Am beſten iſt dabei jene Anordnung, bei welcher um die unteren Eckkanten des Türflügels ein ſtarkes Winkelband mit einer Pfanne gelegt iſt, welcher ein in einen Granitwürfel oder in die Steinſchwelle eingelaſſener Körner (oben abgerundeter verſtählter Zapfen) oder Stahlkegel entſpricht. (Siehe

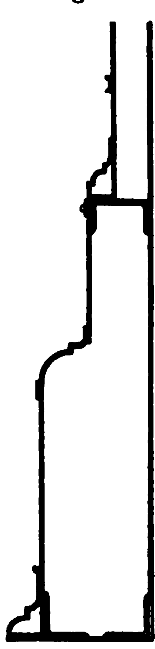
[11]) Fakſ.-Repr. nach: ORTWEIN, A. Deutſche Renaiſſance. Bd. II, Abt. XV: Dresden. Leipzig 1871–75. Taf. 15.

auch Teil III, Band 3, Heft 1 [Fig. 490, S. 231 und Art. 274, S. 259] dieses „Handbuches“ [12]).

Als Türhaken, die immer auf der dem Angriffe nicht ausgesetzten Seite anzubringen sind, verwendet man in der Regel Stützhaken, welche, wenn sie in Mauerwerk greifen, zu einem Anker mit eingemauertem Splint verlängert werden können. Die Bänder sollten auch eine Sicherung dagegen erhalten, daß sie von außen durch unter die Tür geschobene Brechstangen nicht ausgehoben werden können. (Siehe auch im gleichen Hefte Art. 263, S. 252 [13]).

Der Gang der schweren Türen wird erleichtert, wenn zwischen oberer und unterer Bandhülse ein Zwischenraum gelassen wird. Dies ist leicht durch Einschrauben eines Dornes in die obere Bandhülse zu erzielen, welcher den Dorn des Türhakens berührt. Verbessert kann diese Einrichtung noch dadurch werden, daß der obere Dorn eine verstählte Spitze erhält, die sich in einer Pfanne des unteren bewegt [14]).

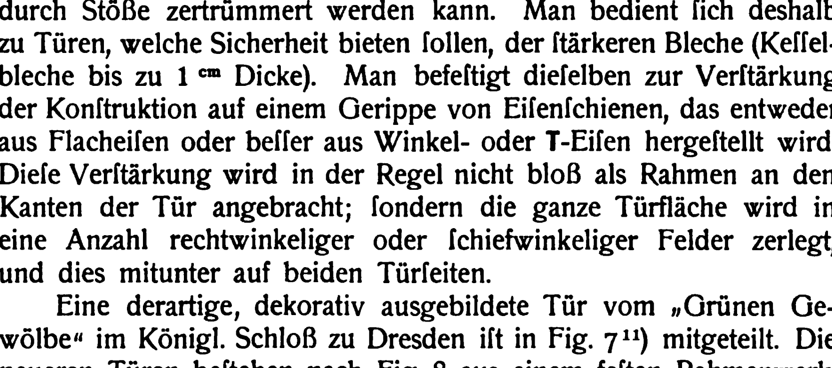
Fig. 8.



Tür aus Eisenblech mit *Mannstädt*schen Ziereisen.
1/10 w. Gr.

3. Türen aus Eisenblech.

Gegen Einbruch sicherer als die armierten Holztüren sind die ganz aus Metall hergestellten. Aus früheren Architekturepochen sind uns Beispiele von ganz aus Bronze gegossenen Türflügeln mehrfach erhalten geblieben. Wie dies aber auch ehedem der Fall war, so werden so kostbare Konstruktionen heutzutage nur an besonders hervorragenden Gebäuden angewendet. Für gewöhnlich begnügt man sich mit dem billigeren Eisen, dessen ausgedehnter Anwendung jetzt nicht mehr die Schwierigkeiten wie früher entgegenstehen. Für unseren Zweck ist das sonst so bequeme Gußeisen aber nicht brauchbar, weil es infolge seiner Kurzbrüchigkeit gewaltsamen Angriffen nicht genügend Widerstand leistet und namentlich bei Frost leicht durch Stöße zertrümmert werden kann. Man bedient sich deshalb zu Türen, welche Sicherheit bieten sollen, der stärkeren Bleche (Kesselbleche bis zu 1 cm Dicke). Man befestigt dieselben zur Verstärkung der Konstruktion auf einem Gerippe von Eisenschienen, das entweder aus Flacheisen oder besser aus Winkel- oder T-Eisen hergestellt wird. Diese Verstärkung wird in der Regel nicht bloß als Rahmen an den Kanten der Tür angebracht; sondern die ganze Türfläche wird in eine Anzahl rechtwinkeliger oder schiefwinkeliger Felder zerlegt, und dies mitunter auf beiden Türseiten.



Eine derartige, dekorativ ausgebildete Tür vom „Grünen Gewölbe“ im Königl. Schloß zu Dresden ist in Fig. 7 [11]) mitgeteilt. Die neueren Türen bestehen nach Fig. 8 aus einem festen Rahmenwerk, welches man aus Winkel-, ⊏- und T-Eisen herstellt und durch Bleche, Zier- und Leisteneisen verdeckt, von denen die bekannten *Mannstädt*'schen Walzwerke eine so reiche Auswahl zur Verfügung stellen. Beispiele solcher Türen siehe im häufig genannten Heft dieses „Handbuches“ (2. Aufl. Art. 257, S. 232).

Hier sind auch die in neuester Zeit von *A. Schwarze* in Bielefeld hergestellten doppelwandigen, gepreßten und gefalzten Türen zu nennen, von denen Fig. 9 ein Bild gibt. Dieselben bestehen aus zwei Flußstahlplatten, die an den Seiten gefalzt und an den Ansichtsflächen bombiert sind. Nietungen sind möglichst vermieden. Der Zwischenraum zwischen beiden Blechen kann, um den durch die

---

[12]) 2. Aufl.: Fig. 510, S. 234 u. Art. 282, S. 262.

[13]) 2. Aufl.: Art. 271, S. 255.

[14]) Siehe Teil III, Bd. 3, Heft 1 dieses „Handbuches“ (Art. 269 bis 271, S. 256, ff. [2. Aufl.: Art. 277 bis 279, S. 258 ff.]).

Tür abzuschließenden Raum auch gegen Feuersgefahr zu schützen, mit Asbestzement, Kieselguhr und dergl. ausgefüllt werden. Zum Schutz gegen Rosten werden die Türen mit Ölfarbe angestrichen oder auch zuvor verzinkt. Durch Besetzen mit Zierleisten läßt sich ein reicherer Schmuck erzielen, so daß sie noch mehr Ähnlichkeit mit den gewöhnlichen Holztüren erlangen, wie dies schon bei dem durch Fig. 9 erläuterten Beispiel der Fall ist. Vorzüge dieser Türen sind hauptsächlich ihre Leichtigkeit und die Möglichkeit des Anbringens jeder Sicherheitsvorrichtung im Inneren.

Bei zweiflügeligen Türen bildet eine der lotrechten Schienen zugleich die Schlagleiste. Die Aufhängung der Türflügel erfolgt in derselben Weise wie bei den hölzernen Türen; nur wird man sich bei gemauerten Gewänden mit Vorteil eiserner, aus Flach- oder Winkeleisen hergestellter, mit angenieteten Lappen im Mauerwerk befestigter Zargen bedienen.

Fig. 9.





Doppelwandige Tür von *A. Schwarze* in Bielefeld. 1/25 w. Gr.

4. Türen aus Eisen und Stahl.

Der größeren Sicherheit wegen verwendet man anstatt Eisenblech *Siemens-Martin*-Stahlplatten, weil der weichere Stahl den neueren Bohrinstrumenten nicht widersteht.

Vortrefflich sind die Compound- oder Verbundpanzerplatten, welche aus abwechselnden Schichten von weichem Eisen oder Stahl und solchen aus härtestem Stahl bestehen. Gewöhnlich werden drei, seltener nur zwei Schichten angewendet — die beiden äußeren von weichem Schweißeisen, die mittlere von Stahl — welche man aufeinander schweißt und walzt. Durch dieses Verfahren wird die Härte des letzteren Materials und die Elastizität und Zähigkeit des ersteren zu Eigenschaften eines einzigen Stückes gemacht, und der glasharte Stahl bietet Widerstand gegen Zerschlagen und Zertrümmern, während die einfachen Panzerbleche, welche dadurch hergestellt werden, daß gewöhnliche Eisenbleche mittels Kali eine harte Haut erhalten, keine genügende Sicherheit bieten, weil jene harte Schicht völlig unregelmäßig ist. *Chatwood* in England fabriziert auch Platten in der Weise, daß er zwei eiserne Bleche zusammennietet und zwischen dieselben in eingehobelte Nuten ein sehr hartes Metall gießt, welches das Anbohren fast unmöglich machen soll. Die Bearbeitung derartiger oder der Verbundplatten ist sehr schwierig, so daß z. B. Löcher nur in der Fabrik vor dem Härten gebohrt werden können.

Als zweckmäßigste Materialien für Eisen-Stahlplatten galten englisches und steierisches Schmiedeeisen und englischer oder französischer Stahl. Heute werden dieselben in vorzüglichster Weise in westfälischen Werken gewalzt.

In Nordamerika scheinen jetzt vielfach solche Platten mit Hilfe von Chrom-

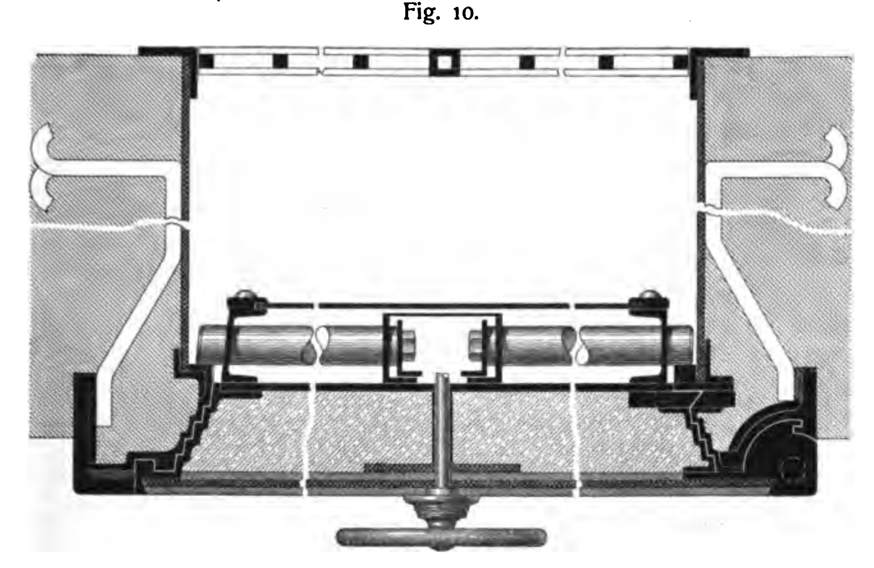
ſtahl hergeſtellt zu werden. Gewöhnlich werden zwei Schichten von Chromſtahl abwechſelnd mit drei Schichten aus Eiſen zuſammengeſchweißt[15]).

Durch den Zuſatz von Chrom zum Stahl wird die Härte desſelben erhöht[16]).

Mit dem Bedürfnis nach größter Sicherheit gegen Einbruch verbindet ſich in der Regel das nach Feuerſicherheit. Deshalb werden Maßregeln für beide Zwecke ſehr oft vereinigt zur Anwendung gebracht. Dieſe ergänzen ſich nicht nur häufig, ſondern unterſtützen ſich auch inſofern, als manche Vorkehrungen, die beſonders im Intereſſe des einen Zweckes erforderlich ſind, auch für den anderen eine Erhöhung der Sicherheit bieten. (Siehe auch Abt. V, Abſchn. 1, Kap. 1: Sicherungen gegen Feuer.) 5. Kaſſenſchranktüren.

Solche Konſtruktionen ſind zunächſt bei den Kaſſen- und Dokumentenſchränken zur Anwendung gebracht worden, werden aber ſeit längerer Zeit auch für die Türen von Schatz- oder Treſorräumen verwendet.

Fig. 10.



Treſortür.
1/10 w. Gr.

Mittel, welche nach beiden Richtungen, ſowohl gegen Feuer als gegen Einbruch, Genüge leiſten, ſind, wenn wir vorerſt von der Beſprechung der Schlöſſer, Riegel und Schlüſſel abſehen: doppelte Wandungen mit einem ſchlechten Wärmeleiter als Füllmaſſe, möglichſt luftdichter Verſchluß und ſorgfältigſte Herſtellung.

Als beſte Füllmaſſe gilt Holzaſche (Lindenaſche). Doch werden an Stelle derſelben auch andere Materialien verwendet, von denen aber nur Kieſelguhr oder Diatomeenerde einen Erſatz für erſtere bieten kann; letztere übertrifft alle anderen Stoffe an geringer Wärmeleitungsfähigkeit[17]). In England verwendet man ziemlich allgemein mit Alaun vermiſchtes Mahagoni-Sägemehl.

Durch einfache, ſehr dicke Metallwandungen wird wohl ein hoher Grad von Sicherheit gegen Einbruch erzielt werden können, aber keine Feuerſicherheit, weil ſie die Wärme ſtark anſammeln und nach innen leiten. Deshalb können dicke Wandungen auch bei Verdoppelungen ſchädlich wirken, wenn die Füllmaſſe nicht in genügender Dicke angewendet wird. Für die äußere Wand genügt in der Regel eine Stahlplatte von 1 cm Dicke, welche für kleine Kaſſen auf 7 bis 8 mm er-

[15]) Von den *Chrome Steel Works*, Brooklyn, N. Y. (Vergl. *Building*, Bd. 6, *Trade Suppl.*, Nr. 21, S. 2.)
[16]) Siehe: Ledebur, A. Eiſen und Stahl. Berlin 1890, S. 62, 93. – Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 247.
[17]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 332.

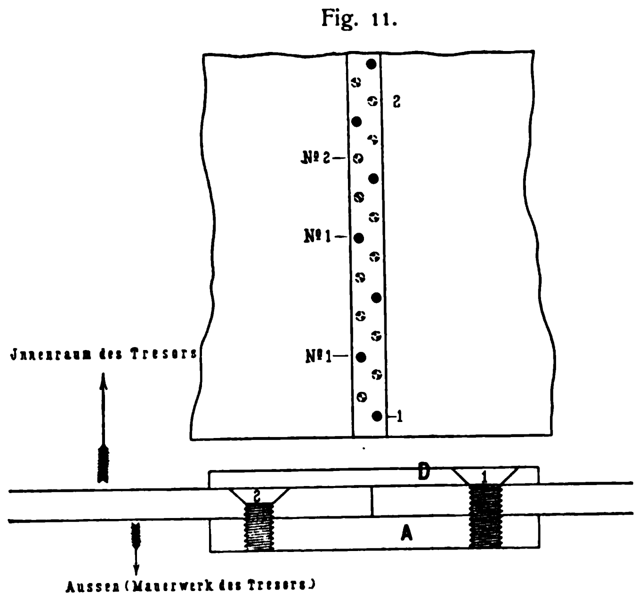
mäßigt werden kann. Mit Einrechnung der Füllungsdicke ergibt ſich eine Türſtärke von 8 bis 11 cm. Für große Treſore werden jedoch Compound- oder Verbundpanzerplatten benutzt, welche allein eine Stärke von 3 cm haben, ſo daß die ganze Tür eine ſolche von 15 cm erhält.

Ein möglichſt luftdichter Verſchluß ſichert ſowohl gegen das Eindringen der Hitze, als auch gegen das Anſetzen von Brechwerkzeugen und das Einführen von Sprengmaſſen. Ein ſolcher Verſchluß iſt nur zu erzielen, wenn auch die Türgewände von Eiſen hergeſtellt werden; er wird verbeſſert durch die *Chatwood*'ſche Methode der Herſtellung der Rahmenſchmalſeiten und der entſprechenden Gewändeflächen in S-förmigem Profil, noch mehr jedoch durch treppenartige Abſtufungen, wie ſie die Aktien-Geſellſchaft „Panzer" in Berlin bei ihren Treſorbauten anwendet und wie aus Fig. 10 hervorgeht. Auch da, wo dieſe Profilierungsweiſe nicht zur Anwendung gelangt, iſt der Einbruchſicherheit wegen an der Seite, an welcher die Tür gehängt iſt, eine Überfalzung notwendig, da die zum Aufhängen benutzten Konſtruktionsteile abgeſprengt werden können. Dieſer Falz muß mindeſtens 13 mm tief und ganz genau gearbeitet ſein.

Dasſelbe gilt von den mitunter an der Falzſeite oder an dieſer und auch an der Schloßſeite zur Verſtärkung angebrachten Zapfen, die in entſprechende Löcher der Gewände eingreifen. Der ganze Umfaſſungsmantel muß aus einem Stück gebogen ſein und darf nicht aus zuſammengenieteten Stücken beſtehen.

Wirklichen Wert haben dieſe Verbindungen nur, wenn ſie genau ineinander paſſen; dies hängt aber von der Sorgfalt

Fig. 11.



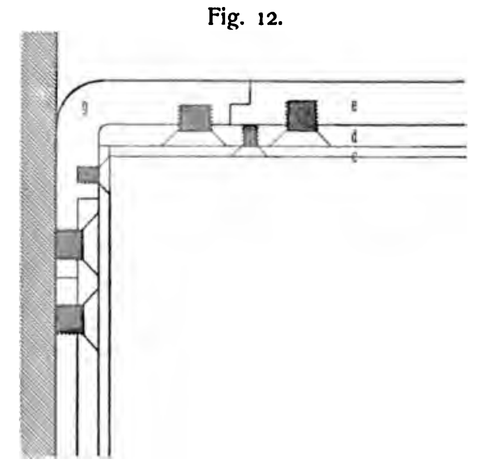
Verſchraubung der Treſorplatten.

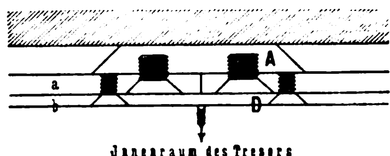
1/8, bezw. 1/20 w. Gr.

A. Äußere Deckſchiene. *D.* Innere Deckſchiene.

Schrauben Nr. 2 können nicht herausgedreht werden, weil Schiene *D* dies verhindert, die durch Schauben Nr. 1 mit dem Panzerkaſten befeſtigt iſt.

Fig. 12.





Verſchraubung 26 mm ſtarker Platten und Bildung der Ecken.

1/4 w. Gr.

a, *d* u. *e*. Compound-Panzerplatten. *b*. Innere Deckplatte. *c*. *Siemens-Martin*-Stahlptatte. *g*. Ecke aus Compound-Panzerplatte. *A*. Äußere Deckſchiene. *D*. Innere Deckplatte.



der Herſtellung ab. Konſtruktionsgedanke und Material mögen noch ſo gut ſein, ſo wird man doch mit ihnen keinen entſprechenden Sicherheitsgrad erzielen, wenn auf die Herſtellung der Konſtruktion nicht die genügende Sorgfalt verwendet wird. Dieſe Sorgfalt iſt u. a. auch auf die Nietverbindungen auszudehnen[18]). Sicherer als Niete ſind Schrauben mit etwas verſenkten Köpfen, deren vorſtehender, mit dem Einſchnitt verſehener Teil abgefeilt wird. Von der bereits genannten Aktien-Geſellſchaft „Panzer" werden nach Fig. 11 die Verbindungen mittels Stahlſchrauben und Deckſchienen in der Weiſe ausgeführt, daß außen Schraubenköpfe überhaupt nicht ſichtbar ſind. Nach Entfernen der inneren Deckſchiene durch Abbrechen der Schraubenköpfe Nr. 1 würde man allerdings an die Verbundpanzerplatten gelangen und hier das Brechzeug anſetzen können; von außen iſt aber nur ſehr ſchwer ein Angriffspunkt zu gewinnen. Bei 26 mm ſtarker Panzerung greifen die Schrauben überhaupt nur in die ſtarken Platten ein und ſind von außen nicht ſichtbar. Dies geht aus Fig. 12 hervor, worin auch die Bildung einer Ecke erläutert iſt.

Fig. 13.



Aufhängen der Treſortür an doppelten Bändern.
1/20 w. Gr.

Ineinander greifende Türkanten und Falze müſſen ſtets geſchliffen ſein, dürfen aber nie einen Anſtrich erhalten, wenn man luftdichten Schluß erzielen will.

Schließlich mag hier noch hinzugefügt werden, daß das Eiſen, wenn es längere Zeit wirklichen Schutz bieten ſoll, gegen Roſten geſchützt werden muß. Am meiſten empfiehlt ſich die Verzinkung oder Vernickelung der Oberflächen.

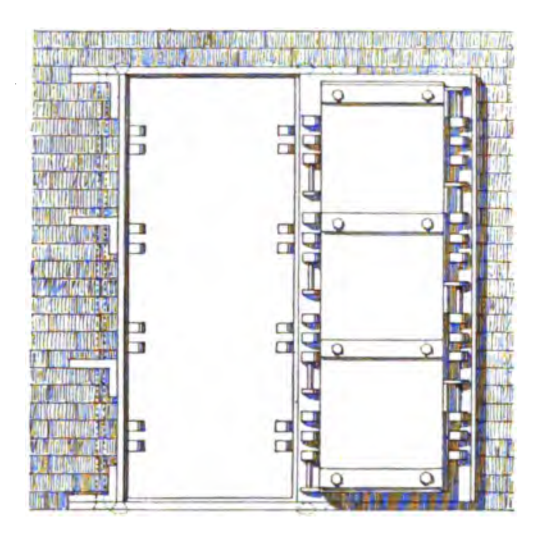
Man will die Beobachtung gemacht haben, daß ſelbſt gut angeſtrichenes ſtarkes Eiſenblech von Kaſſenſchränken, die man noch für ſicher hielt, nach 15 bis 20 Jahren durch den Roſt ſo zerfreſſen war, daß es mit einem Federmeſſer durchſtoßen werden konnte[19]).

Die beſprochenen ſchweren Türen werden hauptſächlich in zweierlei Art aufgehängt, und zwar einmal in der gewöhnlichen Weiſe (Fig. 13) unter Rückſichtnahme auf genügende Stärke und Befeſtigung der betreffenden Konſtruktionsteile. Die doppelten Bänder (Kranbandbewegung) ſind des paſſenden Eingreifens der Tür in die Treppenfalze wegen notwendig; das Einpreſſen geſchieht mittels einer Exzenterhebelvorrichtung. Meiſtens aber läßt man die Türen um untere und obere Zapfen in ſtarken Halseiſen ſich drehen, wie Fig. 10 u. 14 darſtellen, wobei aber der Drehpunkt möglichſt nach innen verlegt und außen nicht ſichtbar ſein muß. Nur ſelten konſtruiert man die Türen als Schiebetüren, die bei ſehr großem Gewicht mitunter durch Hinzuziehen hydrauliſcher Kraft bewegt werden.

[18]) Ein wertvoller Auſſatz über Kaſſenfabrikation, der oben benutzt wurde, findet ſich in: Allg. deutſche polyt. Zeitg. 1876, S. 595. – Siehe ferner: Hoch, J. Der Geldſchrankbau. Dresden 1893.

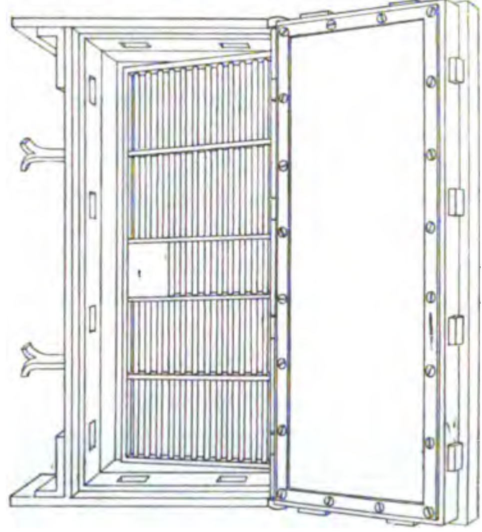
[19]) Siehe: Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 249.

Fig. 14.



Trefortür von *Whitfield.*

Fig. 15.



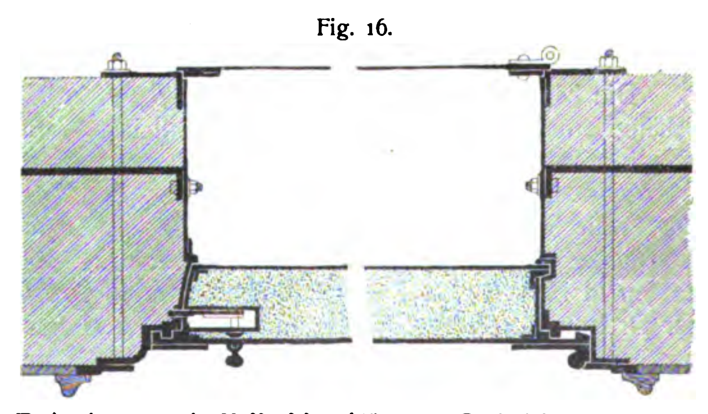
Trefortür von *Chubb & Son.*

Wie schon erwähnt, sollten die Gewände von Trefortüren in Mauerwerk, des dichten Schlusses wegen, auch immer aus Eisen hergestellt werden. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen. Man bildet entweder ein Gewände nach Art einer Blockzarge aus Eisenplatten mit Ohren an Kopf- und Schwellstück und mit in das Mauerwerk eingreifenden, an die Seitenteile angenieteten Winkelstücken (Fig. 14) oder Zapfen mit Widerhaken (Fig. 10 u. 15). Oder man konstruiert das Gewände nach Art einer Kreuzholzzarge, nur unter Verwendung von Winkeleisen und Verankerungen derselben, sowie unter Hinzuziehen von eisernen Türfuttern, äußerer Verkleidung von Eisen und besonderer Fassonstücke zur Falzbildung (Fig. 16).

Die Tür liegt entweder bündig mit der Wandfläche oder wird noch besser etwas hinter dieselbe gelegt.

Die letztere Anordnung besitzen die von *Carl Ade* in Stuttgart konstruierten Kassenschranktüren[20]). Fig. 16 zeigt die Anwendung dieser Konstruktion für einen gemauerten Trefor. Die außen angebrachte Kassenschranktür schlägt in einen aus Winkeleisen gebildeten und mit Feuerfalzen versehenen, ringsum laufenden Türkantenfalz, welcher ebenso wie die Türkante selbst geschliffen ist, so daß dadurch ein luftdichter Schluß erzielt wird. Die Tür zeigt ferner, der Sicherheit gegen Einbruch wegen, auf der Hängeseite den schon früher erwähnten Falz, welcher das Ausheben der Tür, nachdem Bänder oder Halseisen abgesprengt worden sind, verhindern soll. Auf der Innenseite der Türöffnung ist eine gewöhnliche eiserne Tür angebracht, die in der Regel während der Benutzungszeit des Trefors allein geschlossen wird. Die Mauerecken daselbst sind ebenfalls

Fig. 16.



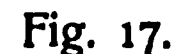
Treforeingang mit Kassenschranktür von *Carl Ade* in Stuttgart.
$^1/_{10}$ w. Gr.

20) Siehe: Allg. deutsche polyt. Zeitg. 1879, S. 49.

durch Winkeleiſen verwahrt, welche mit denjenigen des Türkantenfalzes verankert werden. Die Mauern zeigen die ſpäter zu beſprechende Sicherung mit hochkantig in die der Länge nach durchlaufenden Stoßfugen eingelegten Eiſenſchienen.

In ähnlicher Weiſe ſind die in Fig. 10 dargeſtellten Treſortüren der Aktien-Geſellſchaft „Panzer" konſtruiert; die hauptſächlichſten Unterſchiede liegen in der Anwendung der Treppenfalze und darin, daß der ganze Türkörper vor der Mauer vorſteht, was die Sicherheit hauptſächlich an der Stelle der Drehachſe erhöht.

Da man den neueren Geldſchrankkonſtruktionen mit Brechwerkzeugen wenig beikommen kann, ſo iſt man auf ändere Hilfsmittel verfallen, zu denen hauptſächlich Sauerſtoffgebläſe, elektriſches Bogenlicht und Thermit zu rechnen ſind. Alle drei werden zum Schmelzen der Panzerplatten und hauptſächlich zur Zerſtörung der Schlöſſer benutzt. Der in einem Stahlzylinder befindliche komprimierte Sauerſtoff wird mit einer Flamme in Verbindung gebracht, wodurch eine derartige Hitze erzeugt wird, daß die von der Stichflamme berührten Eiſenteile ſchmelzen. Bei der Zerſtörung mittels elektriſchen Bogenlichtes muß der Einbrecher die Tür oder den Schrank durch einen Draht mit dem an vielen Orten vorhandenen elektriſchen Strom in Verbindung ſetzen und an einer zweiten Leitung einen Halter für Kohlenſtifte anbringen; ſobald er den Kohlenſtift mit dem Schrank in Berührung bringt, ſchmilzt das Metall ſofort tropfenweiſe, und er kann ſich auf bequemſte Weiſe aus der Wandung jede beliebige Fläche gewiſſermaßen herausſchneiden.


Fig. 17.



Verſuch des Ausſchmelzens eines Geldſchrankbodenſtückes mittels elektriſchen Bogenlichtes.

Das neueſte Schmelzmittel iſt Thermit, ein ſandähnliches Pulver, welches, an und für ſich nicht im geringſten feuergefährlich, ſich nur mit Hilfe von Magneſium entzündet und dann binnen einer Minute eine flüſſige Maſſe, ähnlich wie geſchmolzenes Eiſen, bildet, die eine Hitze von 2000 bis 3000 Grad entwickelt und Eiſenplatten von 10 bis 20^{mm} und mehr mit größter Leichtigkeit ſchmilzt. Man muß zu dieſem Zweck von der flüſſigen und kochenden Metallmaſſe einen Teil abgießen und nur das zu unterſt zurückgebliebene reine Thermit zum Schmelzen benutzen. Wird dies auf eine Eiſenplatte gegoſſen, ſo läuft die Maſſe bei geſchickter und erfahrener Handhabung durch, wie kochendes Waſſer durch eine dünne Eisſchicht.

In Fig. 17 u. 18 ſind zwei derartige Verſuche der Aktien-Geſellſchaft „Panzer" in Berlin ſowohl mit elektriſchem Licht, wie auch mit Thermit dargeſtellt. Bei

ersterem handelt es sich um einen mehrstündigen Einbruchsversuch, der schließlich durch das sogleich zu besprechende Schutzmittel gänzlich vereitelt wurde. Bei der zweiten ist eine 20 mm starke Stahlplatte wiedergegeben, welche durch einen Thermitaufguß durchlöchert und zerstört wurde. Die Gefahr dieses Einbruchsmittels ist jedoch nicht so groß, als sie nach dieser Abbildung erscheint; denn zum Gelingen einer Schmelzung gehört große Geschicklichkeit und Erfahrung. Bei der Entwickelung so außerordentlicher Hitzegrade ist Thermit in geschlossenen Räumen sehr feuergefährlich, entzündet alle daneben befindlichen brennbaren Teile und ist an lotrechten Wandungen fast gar nicht zu gebrauchen. Schmelzungen der Decke eines Geldschrankes würden aber zugleich auch den Inhalt desselben vernichten.

Als Sicherung gegen derartige Angriffe verwendet die oben genannte Firma granithartes Füllmaterial, welches aus verschiedenen Stoffen, so auch gemahlenem Glas, zusammengesetzt, durch Hammer und Meißel nicht zu beseitigen und unverbrennbar ist, somit nicht nur gegen elektrische und Thermitschmelzung ein unüberwindliches Hindernis bildet, sondern auch die sonstige Einbruchs- und Feuersicherheit erhöht. Diese Masse kann auch bei Tresortüren eines älteren Systems angebracht werden.

Fig. 18.



Versuch des Ausschmelzens einer Panzerplatte mittels Thermit.

Man sollte immer danach trachten, die Außenplatten der Türen und Geldschränke mäßig stark zu halten, nur so, daß die Teile nicht ohne weiteres aufgebrochen werden können. Die höchste Einbruchsicherheit ist durch die Verstärkung der inneren Wandung zu erzielen, und vor allem müssen die Schlösser durchaus sicher gegen Anbohren u. s. w. geschützt werden. Der Angriff auf einen starken Innenkasten ist, selbst wenn der äußere erheblich beschädigt ist, außerordentlich schwierig und fast immer erfolglos.

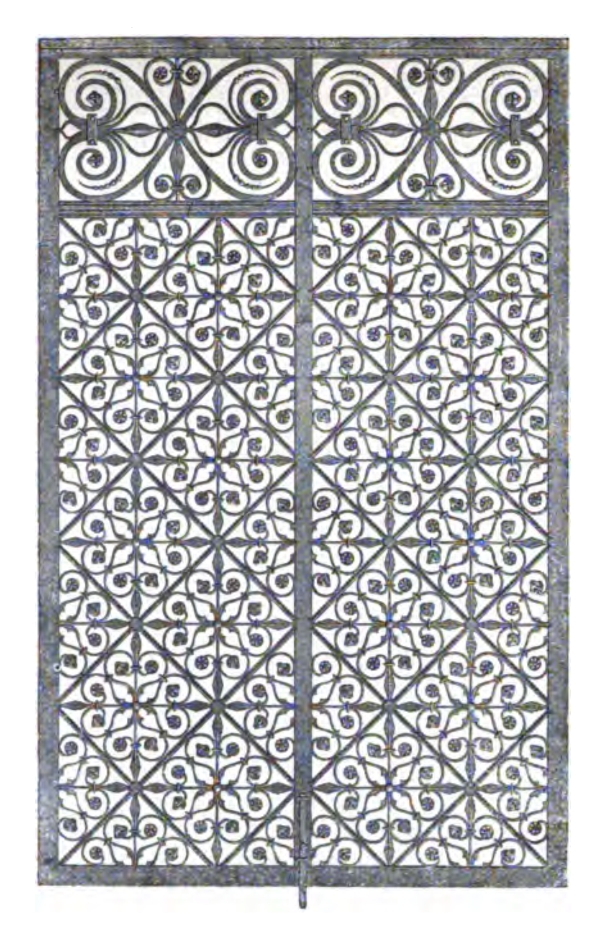
6. Gittertüren.

Oft kann es erwünscht sein, einen ziemlich sicheren Verschluß einer Türöffnung zu haben, welcher jedoch den Einblick in den zu verwahrenden Raum gestatten oder der Luft und dem Licht ungehinderten Zutritt belassen oder wohl auch, wie bei Tresoranlagen, der öfteren Benutzung am Tage wegen, einen leichteren interimistischen Ersatz für die schwere Kassenschranktür bieten soll (siehe Art. 5, S. 12). Für diese Zwecke empfehlen sich Gittertüren, wegen deren Konstruktion auf den Teil III, Band 3 dieses „Handbuches" zu verweisen ist. Angeführt mag jedoch werden, daß es bei den hier in Betracht kommenden Konstruktionen wesentlich auf Festigkeit ankommt (vergl. hierüber das in Fußnote 1 und später über Fenstergitter Gesagte) und daß die Vergitterung eine engmaschige sein muß.

Daß uns frühere Zeiten für solche Gittertüren schöne Vorbilder bieten, beweist die in Fig. 19[21]) mitgeteilte, dem XV. Jahrhundert entstammende Tür aus der Kathedrale von Rouen.

[21]) Fakf.-Repr. nach: GAILHABAUD, J. *L'architecture du Ve au XVIIe siècle etc.* Bd. 2. Paris 1870. Pl. 57.

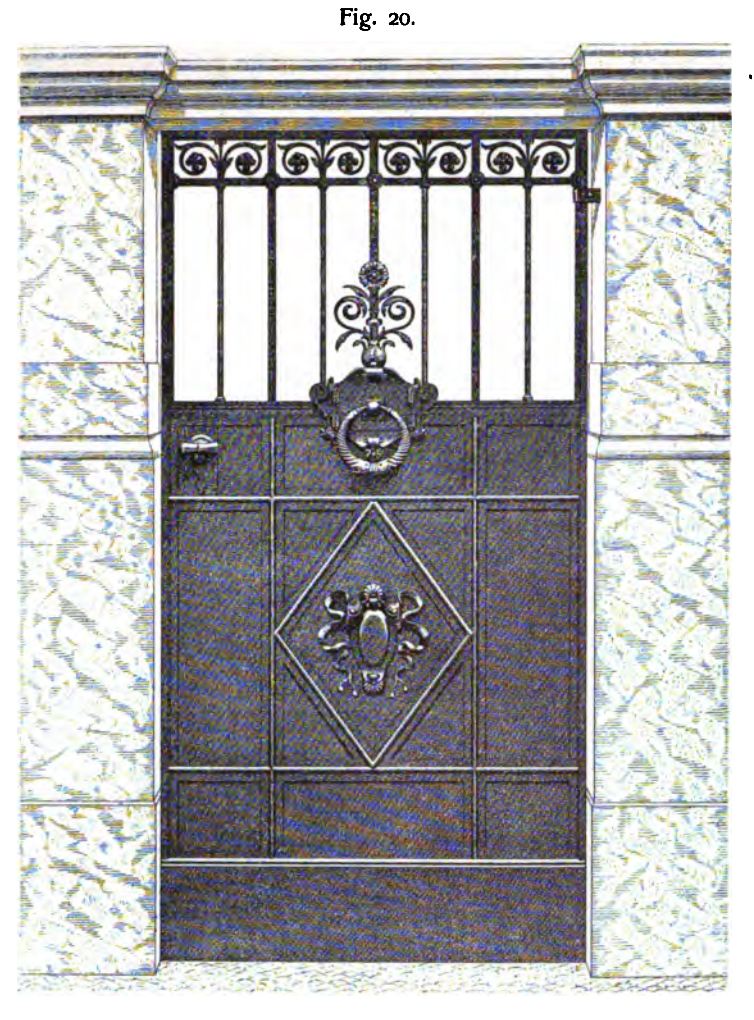
Fig. 19.



Tür des Lettners in der Kathedrale zu Rouen[21]).

$^1/_8$ w. Gr.

Fig. 20.



Tür aus Eisenblech und Gitterwerk[22]).

Gußeisen ist bei Vergitterungen, welche einigermaßen Sicherheit bieten sollen, selbstverständlich auszuschließen.

Oft werden die eisernen Türen auch als Kombinationen von Blech- mit Gitterwerk ausgeführt. Hierfür ein von *v. Ferstel* erfundenes Beispiel in Fig. 20[22]).

2) Sicherheitsverschlüsse.

7. Nachtriegel.

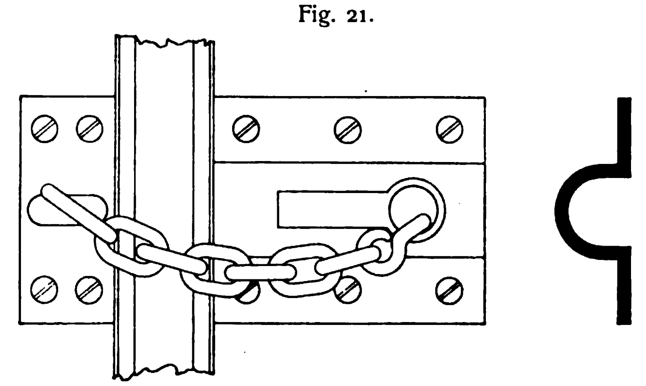
Die Vorrichtungen zum Verschließen der Türen wurden bereits in Teil III, Band 3, Heft 1 dieses „Handbuches" ausführlich behandelt, so daß wir uns hier auf kurze Darstellung einiger besonderer Vorkehrungen beschränken können.

Zu solchen besonderen Vorkehrungen gehören die Nachtriegel, die entweder in Verbindung mit den Schlössern stehen oder unabhängig von diesen an den Türen angebracht werden können. Charakteristisch für dieselben ist, daß sie durch Vorschieben und nicht durch Schlüssel bewegt werden, sowie daß sie nur von einer Seite zugänglich sind. Sie können daher nur dann zur Sicherung benutzt werden, wenn der Bewohner des Raumes im Inneren desselben sich aufhält. (Siehe hierzu auch die in oben genanntem Hefte [2. Aufl., Art. 324, S. 284] erwähnten Riegel.)

8. Türsperrer.

Dasselbe gilt von den Sicherheitsketten, welche in den größeren Städten häufig an den Vorzimmertüren zur Anwendung gelangen, namentlich um sich gegen die Zudringlichkeit von Bettlern und Strolchen zu schützen; doch leisten sie auch gegen Einbruch gute Dienste, da sie nach erfolgtem Aufsperren des Schlosses erst zerstört werden müssen, ehe die Tür geöffnet werden kann.

Fig. 21.



Sicherheitskette[23]). — etwa 1/5 w. Gr.

Die Sicherheitsketten müssen so angebracht sein, daß sie sich nur bei vollkommen geschlossener Tür aushängen lassen und vollständig gespannt sind, wenn man die Tür auf höchstens 2 cm öffnet; auch dürfen sie dann durch kein in den Spalt eingeschobenes Werkzeug ausgelöst werden können.

Eine zweckmäßige Anordnung zeigt Fig. 21 [23]).

An dem für gewöhnlich feststehenden Türflügel ist eine Platte mit Öse angebracht, an welcher eine kurze, aber starke Kette hängt. Diese hat am anderen Ende eine gestielte Kugel, deren Stiel unmittelbar an der Kugel rechtwinkelig umgebogen ist. Wenn die Kette eingehängt werden soll, wird die Kugel in ein am beweglichen Türflügel befestigtes, halb zylindrisches Rohr durch eine Öffnung gesteckt. Dieses ist mit einem Schlitz versehen, worin sich der Stiel der Kugel beim Öffnen der Tür ein kurzes Stück verschieben kann. Der Schlitz muß wagrecht liegen; bei lotrechter Stellung desselben würde die Kette leicht mit einem Stäbchen ausgehängt werden können.

Die Kette kann auch durch eine in einer Führung gleitende Stange ersetzt werden, wie bei dem „*Osmond*-Sicherheitsriegel" (Fig. 22 [24]).

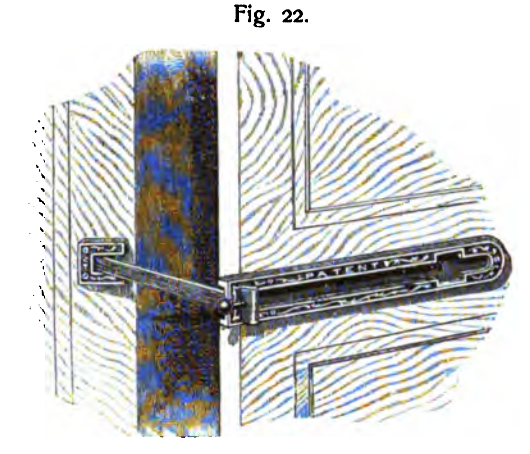
Wird der Riegel ganz in den am Türgewände oder am festen Türflügel befestigten Schließ-

[22]) Faks.-Repr. nach: Blätter f. Kunstgwbe., Bd. 7, Heft 5, Taf. 53. – Siehe auch Fig. 39.

[23]) Nach: LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser. Weimar 1878. S. 261.

[24]) Von *Mr. J. Osmond, of Thornhill Works, Lee Kent.* (Nach: *Building news,* Bd. 50, S. 863.)

Fig. 22.



Sicherheitsriegel von *J. Osmond*[24]).

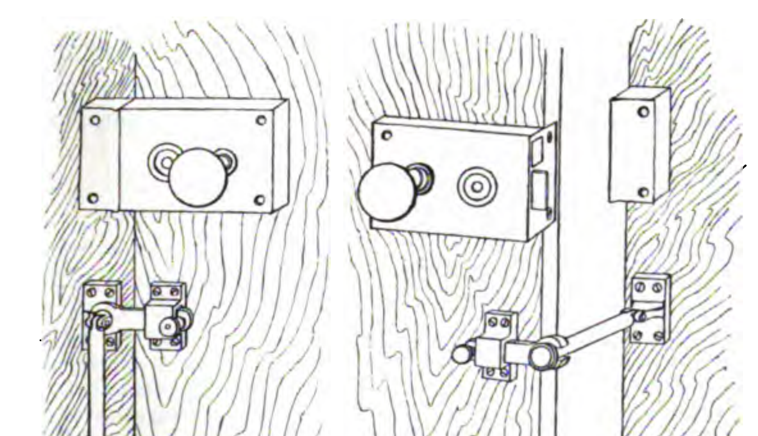
kaſten geſchoben, ſo läßt ſich die Tür bis zu 10 cm öffnen. Er bleibt im Schließkaſten feſt, bis die Tür wieder geſchloſſen iſt. Iſt er nicht ganz vorgeſchoben, ſo dient er als Nachtriegel.

Ein anderer Erſatz der Sicherheitskette iſt der in Fig. 23[25]) dargeſtellte „Sicherheitsſchließer", welcher aus einem am Türflügel befeſtigten Riegel mit geſpaltenem Ende und der am Gewände befindlichen, in einem Gelenk beweglichen Stange beſteht.

Will man die Einrichtung benutzen, ſo ſchiebt man den Riegel vor. Das zangenartig geſpaltene Ende desſelben greift über das Gelenk, und beim Öffnen der Tür gleitet das erſtere über die etwas ſtärkere runde Stange bis an den am Ende derſelben angebrachten Knopf, welcher das weitere Öffnen hindert. Fig. 23 zeigt die Einrichtung in geöffnetem und geſchloſſenem Zuſtande.

Dieſer Sicherheitsſchließer hat gegen die eben beſprochenen Türſperrer den Nachteil, daß der verhältnismäßig große Türſpalt das Abſchrauben eines der beiden Teile von außen geſtattet, und teilt mit jenen den Mangel, daß er nur benutzbar iſt, wenn jemand ſich in dem zu ſichernden Raume befindet. Dem ſucht die von *M. L. Palau* erfundene Vorkehrung abzuhelfen[26]).

Fig. 23.



Sicherheitsſchließer[25]).

Dieſelbe beſteht in einer verbeſſerten Form aus einer ſchräg zur Tür ſtehenden Sperrſtange, welche beim Verlaſſen des Raumes von außen, indem man durch den Türſpalt greift, mit der Hand in ein Sicherheitsſchloß eingelegt und dann beim Verſchließen der Tür mit feſt geſchloſſen wird. — Noch weiter wurde dieſe Anordnung dadurch verbeſſert, daß die Zahl der Sperrſtangen auf drei vermehrt wurde, welche ſämtlich durch Schließen eines Schloſſes von außen eingelegt und feſt geſchloſſen werden[27]).

Den gleichen Zweck verfolgt der von *W. Boldt & Peter Vogel* erfundene „automatiſche Patent-Türhemmer"[28]), für den man aber einen beſonderen Schlüſſel braucht.

Nur benutzbar für jemand, der ſich im Inneren des abzuſperrenden Raumes befindet, ſind die folgenden Vorkehrungen:

α) Schloß mit Sicherheitskette von *Alphonſe Loyer* in Paris[29]), in welchem eine drehbare

[25]) Fakſ.-Repr. nach: Wiener Bauinduſtrieztg., Jahrg. 2, S. 433. – D. R.-P. Nr. 30365.

[26]) Siehe: *La ſemaine des conſtructeurs,* Jahrg. 9, S. 281, 437. – *Conſtruction moderne.* Jahrg. 2, S. 22.

[27]) Siehe ebendaſ., Jahrg. 10, S. 75.

[28]) Abgebildet in: Baugwks.-Ztg. 1885, S. 3. – D. R.-P. Nr. 11631, 13858, 20334.

[29]) D. R.-P. Nr. 40336 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 575).

Trommel ſich befindet, von welcher ſich beim Öffnen der Tür eine lösbar befeſtigte Kette abwickelt, deren anderes Ende in der Schließkappe, am Türgewände oder an der Türſchwelle feſt oder abnehmbar angebracht iſt.

β) Sicherung für Türſchlöſſer von *Emil Ulbrig* in Berlin, Moabit [30]), welche das unbefugte Öffnen von Türen verhindern ſoll. Zu dieſem Zwecke wird im Schloß auf der Innenſeite der Schlüſſel ſtecken gelaſſen und mit dem Türdrücker durch die Sicherheitsvorkehrung ſo verbunden, daß das Herausſtoßen oder Drehen des Schlüſſels und damit das Öffnen durch einen Dietrich oder Nachſchlüſſel unmöglich gemacht iſt.

γ) Türverſperrer von *Joſ. Beduwe* in Aachen [31]). Derſelbe beſteht in einem Keil, der bis an einen an ihm angebrachten Stift unter die Tür geſchoben wird. Mit ihm iſt eine Platte um ein Scharnier drehbar verbunden, an deſſen Unterſeite ſich in die Dielung einzudrückende Spitzen befinden. Die Vorkehrung iſt in zuſammengeklapptem Zuſtande in der Weſtentaſche zu tragen und daher auch für Reiſende benutzbar.

Siehe übrigens auch das mehrfach genannte Heft (Art. 379 bis 384, S. 316 u. 317 [32]) dieſes „Handbuches“.

9. Vorlegeſtangen.

Gleichfalls in der Regel nur von einer Seite zugängliche Sicherheitsvorrichtungen ſind die Vorlegeſtangen. Dieſelben erhalten am beſten rechteckigen Querſchnitt und legen ſich hochkantig gegen die Tür. Gewöhnlich werden ſie mit einem Ende beweglich an einem der Türgewände befeſtigt und hängen in unbenutztem Zuſtande frei herab. Mit dem anderen Ende legen ſie ſich in einen am zweiten Türgewände angebrachten Haken ein oder greifen mit einem Schlitz über eine Öſe, durch welche dann der Bügel eines Vorhängeſchloſſes geſteckt wird. Die letztere Einrichtung wird dann getroffen, wenn die Stange von außen vorgelegt werden muß. Das Vorhängeſchloß kann zweckmäßiger durch ein in das Gewände eingelegtes Sicherheitsſchloß erſetzt werden, in welches ein an der Stange angebrachter Zapfen eingreift.

Die Stange kann man auch in ihrer Mitte an der Tür befeſtigen; nur müſſen dann beim Verſchließen beide Enden feſt geſchloſſen werden. Auch kann man mehrere ſolcher Stangen quer über die Tür oder eine in ſchräger Richtung über dieſelbe legen.

Im ganzen iſt die Einrichtung etwas veraltet; doch iſt neuerdings in der Konſtruktion derſelben durch die *Scheidenrecht* in Berlin patentierte drehbare, von außen zu bewegende Vorlegeſtange [33]) ein weſentlicher Fortſchritt gemacht worden.

Dieſelbe liegt an der Innenſeite der Tür und wird von außen mit einem Schlüſſel ſo bewegt, daß ſie ſich um einen Zapfen dreht und in geſchloſſenem Zuſtande rechts und links in die Türgewände und in paſſend angeordnete Haken hineinſchlägt. Die Bewegung erfolgt durch an der Stange angebrachte Zähne mittels eines Getriebes, welches bei Verwendung eines *Yale*-Schloſſes oder *Bramah*-Schloſſes direkt durch Drehung des Schlüſſels in Tätigkeit tritt. Die Einrichtung kann aber auch ſo getroffen werden, daß man die Stange durch einen aufzuſteckenden einfachen Drehgriff dreht und die Öffnung für dieſen mit dem Riegel eines Sicherheitsſchloſſes, etwa eines *Chubb*ſchen, verſchließt. Außer dem Stahlriegel iſt noch eine weitere Sicherung vorhanden, welche die Bewegung der Stange auch nach Durchbohren des Riegels erſchwert.

Hierher gehört auch der Sicherheitsverſchluß von *Patin* [34]), welcher von außen durch einen beſonderen Schlüſſel bewegt wird.

Er beſteht in einem Riegel, welcher an der Schlagleiſte der zweiflügeligen Tür über die ganze Höhe hinweggeht und mit beliebig vielen kurzen Querleiſten verſehen iſt, an deren Enden ſich nach unten gerichtete Stifte befinden. Beim Verſchließen bewegt ſich der Riegel nach unten, wobei die erwähnten Stifte in entſprechend angebrachte Öſen eingreifen.

---

[30]) D. R.-P. Nr. 38504 (ebendaſ., S. 143).

[31]) D. R.-P. Nr. 40248 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 555).

[32]) 2. Aufl.: Art. 392 (S. 323 u. 324).

[33]) Siehe: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 422.

[34]) Siehe: *La ſemaine des conſtructeurs*, Jahrg. 10, S. 32. – Etwas verändert iſt dieſe Einrichtung im D. R.-P. Nr. 32875. (Auszüge a. d. Patentſchr. 1885, S. 664.)

Das früher sehr übliche Anlegen von Vorlegeschlössern zur Vermehrung der Sicherheit der durch gewöhnliche Schlösser verschlossenen Türen kommt wegen ihrer Unbequemlichkeit und nicht genügenden Sicherung immer mehr in Abnahme. 10. Vorlegeschlösser.

Die Einrichtung besteht darin, daß an der Tür eine Haspe mit einem Langloch angebracht wird, welches über eine am Gewände befestigte Öse greift, durch welche der Bügel des Vorhängeschlosses gesteckt wird, so daß sich die Haspe zwischen diesem und dem Gewände befindet. Die Vorhängeschlösser gestatten das Öffnen der Tür nur von einer Seite her; sie selbst werden nach einem der vielen Systeme der Sicherheitsschlösser konstruiert. (Siehe das wiederholt genannte Heft [2. Aufl.], Art. 323, S. 283 u. Art. 383 bis 386, S. 314 u. 315.)

Ausgedehnte Anwendung finden zur Zeit die verschiedenen Arten der Sicherheits- oder Kombinationsschlösser, die zwar gewöhnlich auch nur von einer Seite zugänglich sind, von denen einige aber auch Abänderungen zulassen, welche das Öffnen von beiden Seiten gestatten. Eingehende Besprechung finden diese Schlösser in Teil III, Band 3, Heft 1 dieses „Handbuches"; es genügt an dieser Stelle daher ein Überblick über die zweckmäßigsten und gebräuchlichsten Formen und eine Ergänzung des dort Gegebenen. 11. Sicherheitsschlösser.

Die gewöhnlichen Schlösser können, selbst wenn sie gut konstruiert sind, von einem erfahrenen Schlosser immer mit Sperrhaken oder Hauptschlüssel geöffnet werden; vom Schlüsselloch und den inneren Sicherungsteilen lassen sich leicht Abdrücke nehmen und nach diesen Nachschlüssel anfertigen; ein gewaltsames Erweitern des Schlüsselloches ist ohne viel Geräusch zu bewerkstelligen. Eine gewaltsame Zerstörung wird indessen auch bei den am sinnreichsten und sorgfältigsten konstruierten Sicherheitsschlössern immer möglich sein. Viel mehr zu fürchten ist jedoch das geräuschlose Öffnen mittels geschickt angewendeter Sperrwerkzeuge, da der Einbrecher, welcher sich an das Aufsperren eines Sicherheitsschlosses wagt, mit den Einrichtungen desselben ebenso vertraut sein muß wie der Verfertiger selbst.

Der Zweck der Sicherheitsschlösser muß demnach die möglichste Erschwerung des geräuschlosen Öffnens sein; zugleich müssen sie aber selbstverständlich auch einen möglichst hohen Sicherheitsgrad gegen gewaltsames Öffnen bieten.

Die an ein Sicherheitsschloß zu stellenden Anforderungen sind nach *Lüdicke*[35]) die folgenden: 1) Das Nehmen eines Abdruckes muß unmöglich oder doch nutzlos gemacht werden. 2) Das Einbringen von Sperrwerkzeugen muß möglichst erschwert werden. 3) Die Sicherungsteile dürfen nur für eine einzige, ganz bestimmte Stellung Öffnen des Schlosses zulassen, während sie beliebig viele Stellungen einnehmen können; die Wahrscheinlichkeit, diese richtige Stellung durch Versuche zu finden, muß möglichst gering sein. 4) Die Sicherungsteile sollen so beschaffen sein, daß sie nicht leicht in Unordnung geraten. 5) Ihre gegenseitige Lage muß sich, wenn der rechte Schlüssel verloren gegangen oder in unrechte Hände gekommen ist, leicht so ändern lassen, daß selbst der richtige Schlüssel nun das Schloß nicht mehr zu öffnen im stande ist, aber nur das Anfertigen eines neuen Schlüssels nötig wird, um das Schloß wieder in schließfähigen Zustand zu versetzen. – Je nach dem erwünschten Sicherheitsgrade müssen alle diese Anforderungen erfüllt werden, oder man kann einige derselben vernachlässigen. Die unter 3 aufgestellte Bedingung enthält den Grundgedanken der jetzt ausschließlich angewendeten Sicherheitsschlösser, der sog. Kombinationsschlösser.

Zur Beurteilung des Wertes der Sicherheitsschlösser ist hier noch die Bemerkung hinzuzufügen, daß infolge ihrer sinnreichen Einrichtung viele Schlösser einen sehr hohen theoretischen Sicherheitsgrad besitzen, daß aber wegen der Unmöglichkeit, alle Teile mathematisch genau herzustellen und zusammenzupassen, der praktische Sicherheitsgrad derselben ein sehr geringer sein kann. Ferner ist darauf aufmerksam zu machen, daß man beim Verschließen eines jeden Sicherheitsschlosses

[35]) LÜDICKE, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser (Weimar 1878), dem wir in obigem im allgemeinen folgen. – Siehe auch: Derselbe, Neuerungen an Sicherheitsschlössern in: Polyt. Journ., Bd. 241, S. 348.

ohne weiteres zu der Überzeugung muß gelangen können, das Schloß sei wirklich verschlossen. Trotz dieser fast selbstverständlichen Bedingung bieten viele von den in neuerer Zeit patentierten Sicherheitsschlössern diese Sicherheit nicht.

Einen praktisch nur geringen Sicherheitsgrad besitzen die Buchstaben- oder Malle-schlösser, welche überdies auch fast nur als Vorhängeschlösser zu gebrauchen und im Dunkeln nicht zu öffnen sind. (Siehe Teil III, Bd. 3, Heft 1 dieses „Handbuches" 1. Aufl. Art. 370 S. 207 u. 2. Aufl. Art. 383, S. 314.)

Die besten Sicherheitsschlösser unter den mit Schlüsseln schließbaren sind bis jetzt die *Chubb*-Schlösser (siehe über dieselben das obengenannte Heft [Art. 354, S. 299 ff.][36]) dieses „Handbuches", sowohl was den bei genauer Ausführung und größerer Zahl der Zuhaltungen zu erzielenden praktischen Sicherheitsgrad betrifft, als auch mit Rücksicht darauf, daß alle einzelnen Teile leicht so genau ausgeführt werden können, daß sich Störungen vermeiden lassen. In letzterer Beziehung bilden bei den *Chubb*-Schlössern gewöhnlicher Bauart die feinen Zuhaltungsfedern eine wunde Stelle. Einen gelungenen Versuch, jene Federn und damit auch die durch dieselben veranlaßten Störungen zu vermeiden, zeigt das von *Carl Hermann* in Nürnberg konstruierte *Chubb*-Schloß[37]), welches für Türen von Geschäfts- und Niederlagsräumen empfohlen wird. — Der allgemeineren Verwendung der *Chubb*-Schlösser stand bisher entgegen, daß dieselben nicht leicht für Schluß von beiden Seiten eingerichtet werden können; doch ist diese Einrichtung möglich und auch auf verschiedene Weise getroffen worden.

Eine ganz befriedigende Lösung dieser Aufgabe scheint aber noch nicht vorzuliegen. Es mag hier darauf noch aufmerksam gemacht werden, daß von gewissenlosen Fabrikanten zuweilen Schlösser in den Handel gebracht werden, deren Schlüssel durch die Zahl der Absätze darauf schließen lassen, daß das Schloß eine große Zahl von Zuhaltungen enthält, obgleich in Wirklichkeit nur eine solche vorhanden ist, welchem Betrug man nur durch Öffnen des Schlosses auf die Spur kommen kann; auch ist die Genauigkeit der Ausführung oft eine mangelhafte. (Vergl. hierzu ebenfalls jenes Heft [Art. 362, S. 303 ff.][38]).

Für sehr verschiedene Zwecke anwendbar ist *Yale*'s Sicherheitsschloss, welches zu der Gattung der Stechschlösser gehört, von denen mancherlei Arten in neuerer Zeit auch in Deutschland patentiert worden sind. Der praktische Sicherheitsgrad der *Yale*'schen Schlösser wird wesentlich durch die Schmalheit der Schlüssellöcher (1,0 bis 1,5 mm) erhöht, welche das Einbringen von Sperrwerkzeugen sehr erschwert. Dazu kommt noch, daß mit Ausnahme des Schlüssels alle Teile Drehungskörper sind, sich also sehr genau herstellen lassen. Für die Anwendung ist das *Yale*-Schloß wegen seiner beträchtlichen Höhe etwas unbequem, weil es sehr starke Türrahmen erfordert oder vor denselben vorsteht; auch hat die gewöhnliche Anordnung den Nachteil, daß zum Schließen von der Außenseite immer der Schlüssel gebraucht werden muß. Dies ist unbequem und führt die rasche Abnutzung von Schlüssel und Schloß herbei. Der letztere Mangel läßt sich aber durch geeignete Abänderungen beseitigen. Auch kann man mit dem Schloß einen gewöhnlichen Fallenverschluß verbinden, so daß es sich sowohl für Zimmertüren, als auch besonders für Vorzimmer- und Haustüren geeignet herstellen läßt.

Die amerikanischen Sicherheitsschlösser, von denen es außer dem *Yale*-Schloß noch zahlreiche andere gibt, haben sich durch ihre genaue Herstellung und sinnreiche Einrichtung einen bedeutenden Ruf erworben. Beschreibungen und Abbildungen von solchen finden sich in den unten angegebenen Quellen[39]).

Ein sehr sicheres Schloß mit korkzieherartig gewundenem Stechschlüssel ist das von *G. Fuhrmann* in Berlin erfundene[40]). Dasselbe läßt das bei allen anderen Sicherheitsschlössern anwendbare Sperrverfahren des „Fühlens" nach den den meisten Widerstand bietenden Zuhaltungen nicht zu.

---

[36]) 2. Aufl.: Art. 367, S. 306 ff.

[37]) D. R.-P. Nr. 12589.

[38]) 2. Aufl.: Art. 375, S. 310 ff.

[39]) Wochschr. d. niederöst. Gwbver. 1866, Nr. 13.
Fink, F. Der Bauschlosser. Leipzig 1868. S. 13.
Lüdicke, A. Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenschlosser. Weimar 1878. S. 310.
Polyt. Journ., Bd. 180, S. 187.

Eine wertvolle Abhandlung über amerikanische Schlösser findet sich unter *„Builders Hardware"* in: *American architect* 1889, Bd. 25, S. 63, 87, 111, 123, 147, 183, 195. — Ebenfalls sehr beachtenswert ist die Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinach* „Amerikanische Sicherheitsschlösser" in: Zeitschr. für Maschinenbau und Schlosserei 1888 u. 1889, dem Bayer. Ind.- u. Gwbebl. entnommen, auch als Sonderabdruck (München 1887) erschienen.

[40]) D. R.-P. Nr. 7228.

Das *Bramah*-Schloſs bietet vom rein theoretiſchen Standpunkte aus nicht dieſelbe Sicherheit, wie das *Chubb*-Schloß, weil ſeine Zuhaltungen von außen ſichtbar ſind und ſich leicht die Tiefe beſtimmen läßt, bis zu welcher der Schlüſſelbart eindringen muß, deſſen Breite ohne Schwierigkeit zu ermitteln iſt; außerdem werden durch den Bau ſeiner Teile leichter Störungen veranlaßt als bei letzterem, und es läßt ſich in einfacher Weiſe gewaltſam öffnen. Es fand aber von jeher bei Geldſchränken Verwendung und ſoll deshalb hier eingehender nach dem in Fußnote 35 genannten Werke von *Lüdicke* beſchrieben werden.

In Fig. 27 iſt der Durchſchnitt des ganzen Schloſſes gegeben, in deſſen rundem Gehäuſe *C* ſich ein drehbarer Zylinder *Z* bewegt, deſſen Seitenanſicht und Grundriß in Fig. 26 u. 28 dargeſtellt ſind. Der Zylinder hat bei *n* eine eingedrehte Nut, in welche eine geteilte Stahlplatte *p* greift,

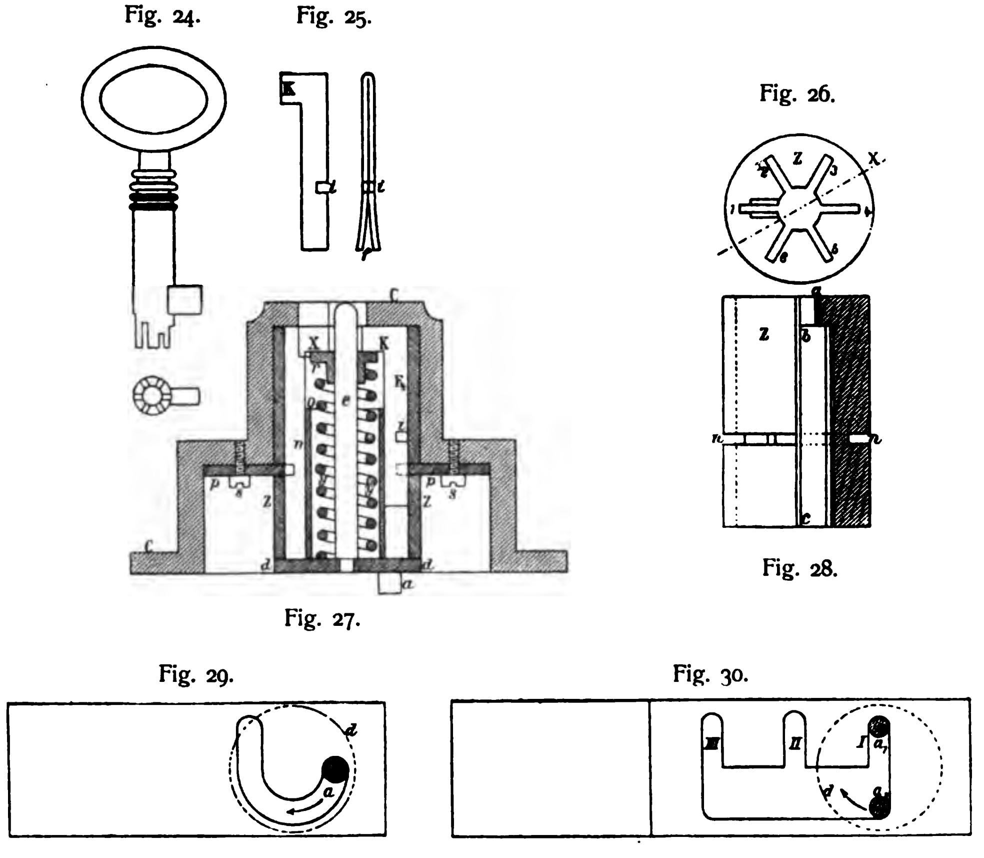


Fig. 24. Fig. 25. Fig. 26. Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29. Fig. 30.

Bramah-Schloß[41]).

welche, durch Schrauben *s* mit dem Gehäuſe verbunden, die Längsverſchiebung des Zylinders *Z* verhindert, der die hier „Keile“ genannten Zuhaltungen birgt. Sobald ſich dieſe in der Totlage befinden, kann der Zylinder mittels des Schlüſſels gedreht werden, was dann weiter die Verſchiebung des Riegels bewirkt.

Der Zylinder iſt oben von *a* bis *b* (Fig. 28) auf Schlüſſelrohrweite, von *b* bis *c* weiter ausgebohrt und unten durch den Boden *d* (Fig. 27) geſchloſſen, in welchem der Schlüſſeldorn *e* befeſtigt iſt. Ferner enthält er nach Fig. 26 ſechs radial geſtellte Nuten, welche ihn der ganzen Länge nach durchdringen und auch die wagrechte Nut *n* ſchneiden. Dieſe Nuten dienen den Zuhaltungen *F* zur Führung, welche aus zuſammengebogenem Stahlblech (Fig. 25) beſtehen. Geſtalt und Größe ſind bei allen 6 Zuhaltungen gleich; ſie haben ſämtlich den Kopf *K* (Fig. 25 u. 27) und ſind bei *f* etwas umgebogen, ſo daß die Enden federn und das Herunſergleiten in den Nuten des Zylinders verhütet wird. Verſchieden iſt nur bei allen die Lage der Einkerbung *i*.

[41]) Fakſ.-Repr. nach: Lüdicke, a. a. O., Taf. 20, Fig. 24–31.

Die Stahlplatte *p*, mit den Schrauben *s* am Zylindermantel *C* befeſtigt, greift in die Nut *n* ein und muß, damit die Zuhaltungen nicht auf ſie ſtoßen, mit entſprechenden Kerben verſehen ſein. Daraus folgt, daß das Drehen des Zylinders *Z* nur dann möglich iſt, wenn jede der 6 Zuhaltungen F_1 bis F_6 ſoweit nach unten gedrückt iſt, daß der Einſchnitt *i* der Nut *n*, ſowie der Platte *p* genau gegenüberſteht. Dieſes Herunterdrücken geſchieht durch den in Fig. 24 dargeſtellten Schlüſſel, welcher entſprechend der Zahl der Zuhaltungen und der Größe der Verſchiebung derſelben von unten nach oben gehende, verſchieden tief eingeſchnittene Nuten beſitzt, in welche beim Einführen des Schlüſſels die Zuhaltungen eingreifen. Obgleich das Drehen des Zylinders ſchon hierdurch erfolgen könnte, hat der Schlüſſel zu dieſem Zweck auch noch einen Bart, der zugleich das richtige Einführen des erſteren unterſtützt. Durch die Feder *y* mit dem Köpfchen *r* werden nach dem Herausziehen des Schlüſſels die Vorſprünge *K* der Zuhaltungen immer wieder nach oben gegen den vorſpringenden Rand des Gehäuſes geſchoben.

Das mit dem Deckel *d* feſt verbundene, lotrecht ſtehende Rohr *o* (Fig. 27) hat den Zweck, den Zuhaltungen zur Führung zu dienen und das Heraustreten derſelben aus den Nuten nach der Mitte zu zu verhindern. Bei *d* iſt der Ausſchnitt für den Schlüſſelbart angedeutet. Das Drehen des Zylinders *Z* iſt alſo nur möglich, wenn die Zuhaltungen durch den Schlüſſel ſoweit heruntergedrückt ſind, daß ihre in verſchiedener Höhe angebrachten Einſchnitte *i* ſämtlich gegenüber der Platte *p* liegen, und dann erfolgt das Verſchieben des Riegels folgendermaßen.

Der Boden *d* trägt einen zylindriſchen Zapfen *a*, welcher ſich in einem Schlitz des eintourigen Riegels (Fig. 29) bewegt. Soll der Riegel z. B. zurückgeſchoben werden, ſo wird der Stift zunächſt bei Rechtsdrehung der Scheibe *d* die halbkreisförmige Nut durchlaufen und dann beim Aufwärtsſteigen im lotrechten Teil des Schlitzes die Zurückſchiebung ausführen.

Bei der Anordnung in Fig. 30 iſt ein doppelt ſo weites Zurückſchieben des Riegels bei gleicher Größe aller Teile möglich. Unterhalb der Scheibe *d* ſind zwei Zapfen a_1 und a_2 befeſtigt, welche beim Drehen der erſteren in der Pfeilrichtung nacheinander in die Schlitze *II* u. *III* eintreten und abwechſelnd das Fortbewegen des Riegels beſorgen.

Sehr große Sicherheit und ſolide Konſtruktion beſitzt das von *Carl Ade* in Stuttgart konſtruierte Schloß[42]), deſſen Schlüſſel die Form des *Styria*-Schlüſſels zeigt und aus zwei gezahnten Platten beſteht, die ſich zum Schutze taſchenmeſſerartig zuſammenlegen laſſen. Die ſpäter[43]) daran vorgenommenen Änderungen erſchweren das unbefugte Öffnen ſehr, ſelbſt wenn der richtige Schlüſſel zur Verfügung ſteht, da derſelbe 120 Veränderungen zuläßt. Dasſelbe kann in dem mehrfach genannten Werke von *Lüdicke* nachgeſehen werden.

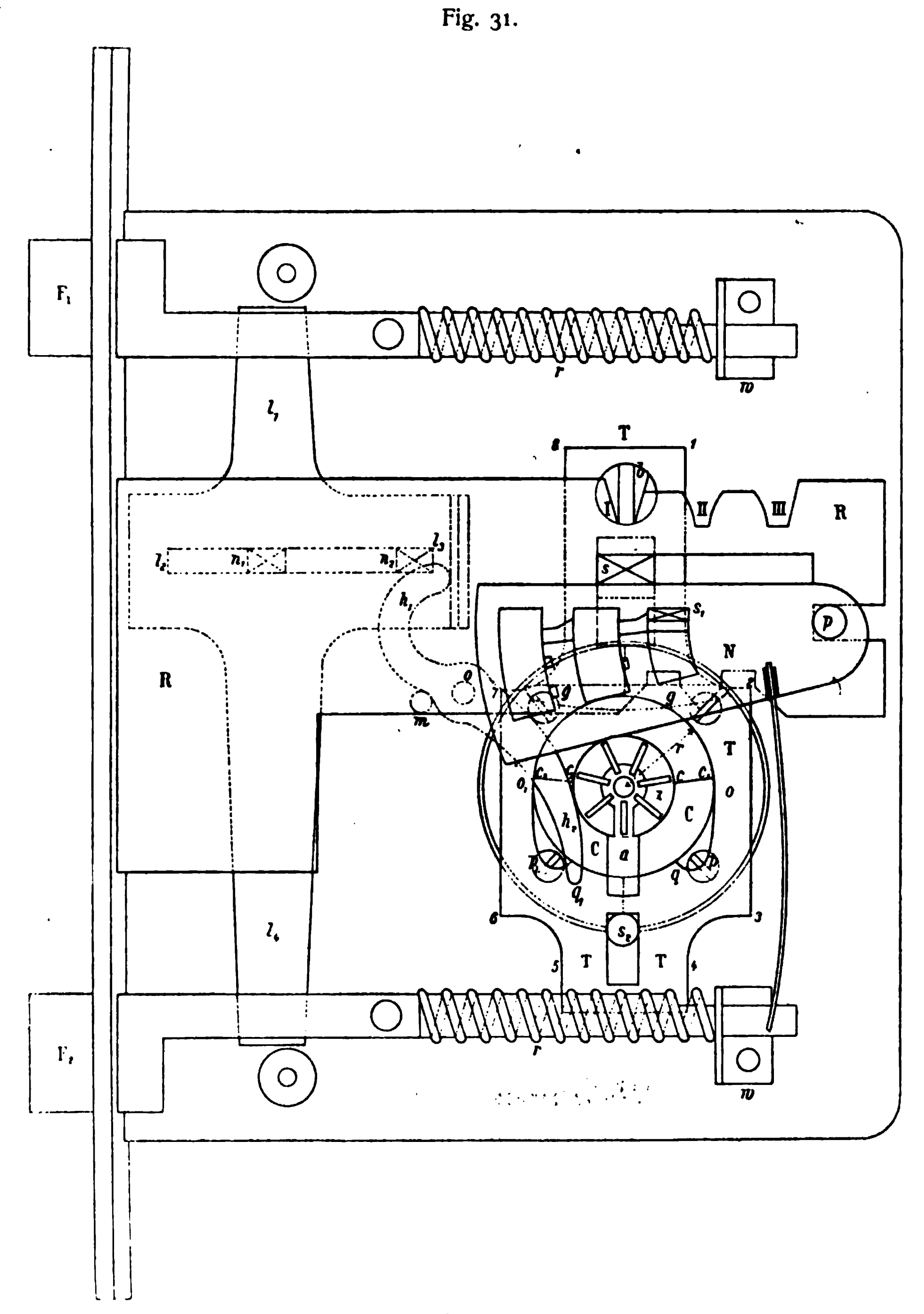
Die höchſte Sicherheit gegen Aufſperren ſuchen Geldſchrankfabrikanten ihren Schlöſſern zuweilen dadurch zu geben, daß ſie zwei Sicherheitsſchlöſſer gleicher oder verſchiedener Syſteme zu einem Ganzen vereinigen. Dabei iſt aber zu beachten, daß infolge des komplizierteren Mechanismus leichter Störungen eintreten können. Man findet Kombinationen vom *Bramah*-Schloß mit *Chubb*-Schloß, *Chubb*-Schloß mit *Styria*-Schloß und *Chubb*-Schloß mit *Chubb*-Schloß. Von dieſen ſoll hier nur, wegen ſeiner häufigeren Anwendung, das *Bramah-Chubb*-Schloß eingehender beſchrieben werden.

Dasſelbe kann als unaufſperrbar bezeichnet werden, weil es ſelbſt gegen gewaltſames Öffnen durch Anbohren eine große Sicherheit gewährt. Es iſt in Fig. 31, der zugehörige Schlüſſel in Fig. 32 dargeſtellt. Hiernach enthält es zwei im Querſchnitt runde Fallen F_1 und F_2, ſowie den kräftigen Hauptriegel *R*. Erſtere werden durch die ſtarken Federn *r* nach außen getrieben, deren Enden ſich gegen einen Anſatz des Fallenſchaftes und die Winkel *w* ſtützen, die zugleich zur Führung der Fallen dienen. Die Führung des zweitourigen Riegels *R* geſchieht durch den Stift *s* und wie bei den Fallen durch den Stulp. Die fünf *Chubb*-Zuhaltungen *N* drehen ſich um den Dorn *p;* s_1 iſt der mit dem Riegelſchafte vernietete Stift, welcher in den Zuhaltungsfenſtern gleitet und ruht. Zur Seite der Zuhaltungen *N* liegt der Zylinder *Z* der *Bramah*-Einrichtung, welche in der früher beſchriebenen Weiſe durch den in Fig. 32 dargeſtellten Schlüſſel gedreht wird. Zugleich hebt ſein Bart die Zuhaltungen, bewegt aber nicht den Riegel *R*, ſondern dies erfolgt durch den Bart *a*, welcher mit dem Zylinder *Z* verbunden iſt. Zu dieſem Zwecke muß die ſteigende Zuhaltung *T* gehoben werden, welche unter dem Riegelſchaft *R* liegt und deren Umrißlinien durch die Zahlen *1* bis *8* gekennzeichnet ſind. Sie umfaßt den Zylinder und das Gehäuſe der Bramaheinrichtung, erhält an den Stiften *s* und s_2 Führung, trägt bei *b* einen Zapfen, welcher die Stelle des Zuhaltungshakens der gewöhnlichen franzöſiſchen Schlöſſer vertritt und ſich in die Riegelkerben *I*, *II* und *III* einlegt. Die Durchbrechung der Zuhaltung *T* für den Zylinder *Z* iſt faſt kreisförmig mit dem Halbmeſſer *r;* nur bei *p* und p_1 ſind größere Auskerbungen vorhanden.

[42]) D. R.-P. Nr. 1585.
[43]) D. R.-P. Nr. 1757.
[44]) Fakſ.-Repr. nach: LÜDICKE, a. a. O., Taf. 21, Fig. 1–3.

Auf den oberen Teil der Zuhaltung T iſt die Leiſte g (punktiert) genietet, welche durch den Bart a ſamt der Zuhaltung angehoben wird, ehe er die Riegelangriffe erfaßt. b wird dadurch aus der Kerbe l gehoben, und der Riegel kann die erſte Tour machen. Noch ehe dieſe vollendet iſt,

Fig. 31.



Bramah-Chubb-Schloß[41]).

ſenkt ſich die Zuhaltung bereits, eine Bewegung, welche ebenfalls durch den Zylinder Z verurſacht wird. Derſelbe trägt nämlich noch einen Flügel C, deſſen Kante cc_1 beim Schließen den Angriff $o_1 p_1 q_1$ der Zuhaltung T erfaßt, während beim Öffnen dies durch die Kante $c_2 c_3$ und den Angriff opq bewirkt wird.

Bei einer Umdrehung des Schlüſſels um etwa 135 Grad verharrt demnach die Zuhaltung *T* in Ruhe; doch gelangt der Flügel *C* auf die obere Seite des Zylinders und geſtattet bei weiterer Drehung um 90 Grad das Aufſteigen der Zuhaltung. Sobald aber *b* in die Kerbe *II* eingetreten iſt, erfaßt $c c_1$ des Flügels *C* den Angriff $o_1 p_1 q_1$ und bringt die Zuhaltung wieder in die Ruhelage zurück.

Die Fallen F_1 und F_2 werden durch das Kreuz l_1 bis l_4 bewegt, welches durch die Stifte n_1 und n_2 geführt wird. Mit dem Riegel *R* iſt, drehbar um den Zapfen *o*, der Hebel oder Wechſel h_1 h_2 verbunden, welcher unterhalb des erſteren liegt, durch einen Stift *m* am Überſchlagen gehindert wird und, wenn der Riegel ganz zurückgeſchoben iſt, einen Vorſprung des Riegelkreuzes erfaßt.

Nach zweimaligem Umdrehen des Zylinders *Z* iſt zwar der Riegel *R* zurückgeſchoben; doch iſt die Tür noch durch die Fallen F_1 und F_2 geſchloſſen. Dieſe öffnen ſich erſt, wenn der Schlüſſel noch weiter gedreht wird und der Bart *a* den Arm h_2 des Hebels erfaßt. h_1 h_2 dreht ſich dann um *o* und drückt ſomit das Riegelkreuz und die Fallen zurück.

Selbſt wenn der Zylinder *Z* und die Keile durch einen Dieb herausgebohrt ſein ſollten, kann der Riegel nicht zurückgeſchoben werden, weil er noch durch die *Chubb*-Zuhaltungen und durch die Zuhaltung *T* feſtgehalten wird.

Über die Vereinigung zweier *Chubb*-Schlöſſer ſiehe das in Fußnote 35 genannte Werk.

Fig. 32.

Schlüſſel zum *Bramah-Chubb*-Schloß[44]).

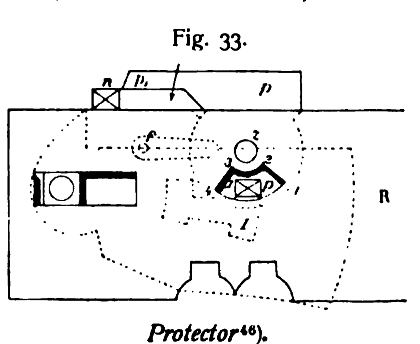
Die Sicherheit der Schlöſſer hat man auch durch verſchiedene beſondere Einrichtungen zu erhöhen geſucht. So hat *Chubb* an ſeinen Schlöſſern den ſog. „Entdecker *(Detector)*“ angebracht, eine Einrichtung, welche dem Beſitzer anzeigen ſoll, wenn Verſuche gemacht worden ſind, das Schloß heimlich zu öffnen. — Hierher gehören auch *Hobb*'s „Protektor“ und das Schloß von *Fenby*, wobei der Bart vom Schlüſſel vollſtändig getrennt iſt und vor dem Verſchieben des Riegels beim Schließen in einen im Inneren des verſchloſſenen Raumes angebrachten Behälter fällt.

Nur roh gearbeitete *Chubb*-Schlöſſer[45]) laſſen ſich mit einer gewiſſen Leichtigkeit durch einen Dieb öffnen, indem er einen Schlüſſel mit ſchmalem, jedoch ſo hohem Bart einführt, daß derſelbe nur den Riegel, aber nicht die Zuhaltungen erfaßt. Durch Anhängen eines Gewichtes an einen langen Hebelsarm des Schlüſſels ſucht ſein Bart den Riegel zurückzudrücken. Bei ungenau gearbeiteten Zuhaltungen wird der Zapfen dadurch mit einer gewiſſen Kraft an das Fenſter einer Zuhaltung gedrückt, die der Einbrecher mittels eines durch das Schlüſſelloch eingeführten Hakens (Dietrichs) durch Anhebungsverſuche ermitteln kann. Dieſe wird gehoben, bis eine Stelle kommt, bei welcher die Reibung aufhört. Dies iſt diejenige, wo der Zapfen dem Ausſchnitte der Zuhaltung gegenüberſteht, ein wenig hineintritt und die Zuhaltung in dieſer Lage feſthält. Der Widerſtand iſt jetzt auf eine andere Zuhaltung übertragen, mit welcher ebenſo verfahren wird, bis das ganze Schloß geöffnet iſt.

Dieſes Verfahren macht der *Protector* unanwendbar.

Nach Fig. 33[46]) trägt der Riegelſchaft *R* an ſeiner Rückſeite eine kreisförmige Ausfräſung, in welche der runde Teil der Platte *p* hineinpaßt, die durch eine Feder *f* feſt angedrückt wird. Jene hat in der Mitte einen kurzen Drehzapfen *z*, der in eine entſprechende Öffnung des Riegels greift. An *p* iſt aber auch noch der Zuhaltungsſtift *a* befeſtigt, für welchen im Riegel der Ausſchnitt *1 2 3 4* angebracht iſt. Der Riegel iſt in der Abbildung aufgeſchloſſen gedacht. Wird nun durch ein Sperrwerkzeug der Riegel wirklich ein wenig zurückgedrückt, ſo erfährt die Platte *p* hierdurch eine geringe Drehung nach der Pfeilrichtung, weil der Zuhaltungsſtift *a* an ihr befeſtigt iſt. Nunmehr ſtützt ſich aber der an *p* ſitzende Arm p_1 gegen einen mit dem Schloßblech vernieteten Zapfen *n* und verhindert die weitere Drehung der Platte p_1, bezw. das Verſchieben des Riegels *r*. Dies iſt beim Gebrauch des richtigen Schlüſſels unmöglich, weil der Riegel nicht eher einen Druck in der Schlußrichtung erfährt, bis alle Zuhaltungen in die Totlage gehoben ſind; deshalb wird auch die

Fig. 33.



Protector[46]).

[45]) Siehe Teil III, Band 3, Heft 1 (Art. 354, S. 299 [2. Aufl.: Art. 367, S. 306]) dieſes „Handbuches“.

[46]) Fakſ.-Repr. nach: LÜDICKE, a. a. O., Taf. 19, Fig. 22.



Platte *p* durch keine Kraft gedreht. Durch den richtigen Schlüſſel wird ein durch Einbruchverſuch in Unordnung gebrachtes Schloß wieder in ſchließfähigen Zuſtand verſetzt.

Zu dieſen beſonderen Einrichtungen gehören auch die Schlüſſellochverſchlüſſe, die erſt geöffnet werden müſſen, bevor man das Schloß aufſchließen kann. Hier mag die betreffende Anordnung von ***Wilhelm Kromer*** in Freiburg i. B. erwähnt werden.

Da die Schlüſſel des ***Chubb***- und namentlich des ***Yale***-Schloſſes ſich leider leicht nachmachen laſſen, ſo hat man auch verſucht, dieſe Kopierbarkeit zu erſchweren oder unmöglich zu machen. Am vollſtändigſten geſchieht dies dadurch, daß man die Schlüſſel ſelbſt permutierbar geſtaltet. Gerühmt werden die bezüglichen Einrichtungen von ***Kromer*** in Freiburg i. B., von ***Newells*** und von ***Carl Ade*** in Stuttgart[47]).

Beſondere Sicherheit ſucht man ſich mitunter dadurch zu verſchaffen, daß man die Türen von Geldſchränken oder Treſoren mit mehreren Schlöſſern verſieht, deren Schlüſſel ſich in verſchiedenen Händen befinden, ſo daß zum Eröffnen der Tür ſtets mehrere Perſonen zuſammen berufen werden müſſen. Dazu treten dann noch die permutierbaren Schlüſſel oder Vexierzifferblätter, die es jedem Schlüſſelbeſitzer ermöglichen, die zum Öffnen ſeines Schloſſes nötige Kombination nach Belieben zu ändern.

Fig. 34.

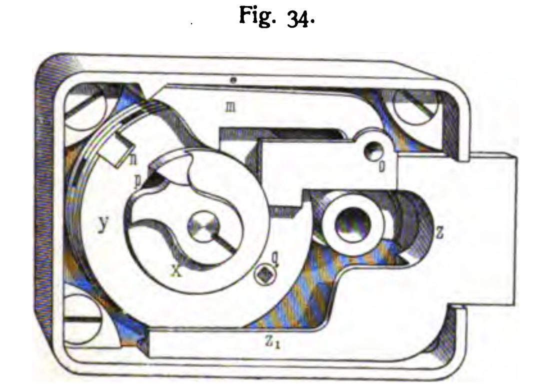
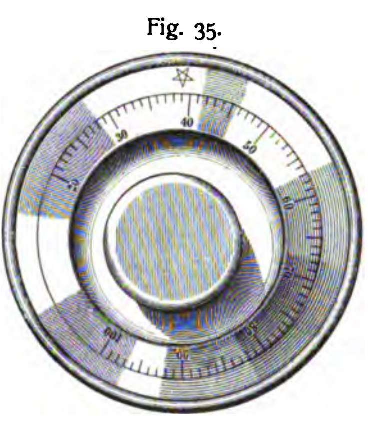


Fig. 35.



Kombinationsſchloß.
¹/₂ w. Gr.

Die meiſten Einbrüche ſind gegen die Schlöſſer gerichtet; namentlich würde man mit Thermit in erſter Linie Erfolge durch das Herausſchmelzen derſelben zu erzielen trachten. Man würde jedoch größere Sicherheit mit den vorher angeführten Schlöſſern dadurch erreichen, wenn man ſie an die inneren Seiten der Türwandungen legen könnte. Dies iſt aber nicht gut möglich, weil die Schlüſſel dann 15 bis 20 cm lang werden müßten. Bei Anwendung des in Fig. 34 u. 35[44]) wiedergegebenen Kombinationsſchloſſes iſt der Schlüſſel unnötig; das Schloßwerk wird durch eine von außen drehbare, beliebig lange Spindel bewegt, kann alſo ſo tief im Inneren der Tür liegen, wie wünſchenswert iſt. Die Konſtruktion iſt äußerſt einfach und ſinnreich.

Mit der Spindel, die in der Mitte des Zifferblattes (Fig. 35) liegt und mit dieſem zugleich drehbar iſt, iſt im Inneren die Scheibe *x* (Fig. 34) feſt verbunden, unter welcher die vier nach rechts oder links beliebig drehbaren Scheiben *y* liegen. Die Scheibe *x* iſt an der Unterſeite mit einem kleinen Stift verſehen. Mit dem gleichen Abſtand von der Drehachſe tragen auch die Scheiben *y* ſolche Stifte, ſo daß nach und nach durch Drehen der Spindel dieſe Scheiben *y* durch *x* mitgenommen werden. Der Riegel *z* mit dem Führungsarm z_1 trägt einen um die Achſe *o* drehbaren, durch ſein eigenes Gewicht herabfallenden Hebel *m*, welcher unterhalb dieſes Buchſtabens mit einem

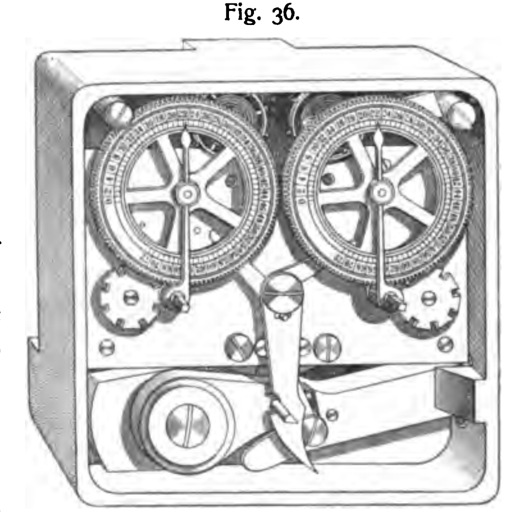
[47]) D. R.-P. Nr. 1767.

langen quadratifchen Stift verfehen ift. Sobald nun die Scheiben fämtlich derart gedreht find, daß die Ausfchnitte *n* nach oben liegen, greift jener Stift *m* hinein; der Hebel fällt zugleich herab und erfaßt mit feinem Haken den Ausfchnitt *p* der Scheibe *x*. Durch weiteres Drehen der letzteren läßt fich nunmehr das Schloß öffnen. Beim Zufchließen wird der Hebel wieder ausgeklinkt. Bei richtiger Stellung der Scheiben *y* läßt fich das Schloß von innen mit einem quadratifchen Stift (Schlüffel) öffnen, wozu die Löcher *q* dienen, die dann bei fämtlichen Scheiben *y* unmittelbar untereinander liegen.

Man hat nunmehr das Schloß bei geöffneter Schranktür und mit Beihilfe des Schlüffels auf vier einzelne Nummern (Fig. 35) einzuftellen, z. B. auf *22*, *87*, *53* und *41*, wobei man die Spindel verfchiedene Male nach links oder nach rechts zu drehen und oben beim Stern mit der betreffenden Nummer des Zifferblattes anzuhalten hat. Vor dem Auffchließen ift dasfelbe Verfahren einzufchlagen. (Weiteres fiehe in der Anleitung der Aktien-Gefellfchaft „Panzer" in Berlin.)

Bei großen Banken, bei denen es fich um Aufbewahrung außergewöhnlich großer Wertgegenftände handelt, bedarf es manchmal derartiger Einrichtungen, daß felbft die Inhaber der Schlüffel und die Kenner des Kombinationsfchloffes den Behälter außerhalb der Dienftftunden nicht öffnen können. Es würde dann auch nichts helfen, wenn der Inhaber des Schlüffels etwa durch Einbrecher mit Gewalt zum Öffnen der Tür gezwungen werden follte. Zu diefem Zweck dienen die fog. Zeitfchlöffer, von denen Fig. 36 ein Bild gibt. Diefelben beftehen aus einem forgfältig hergeftellten Schloßmechanismus mit drei Chronometer-Uhrwerken, welcher an der Innenfeite der Tür befeftigt und mit den übrigen Schlöffern in Verbindung gebracht wird. Diefe Uhrwerke können auf beliebige Zeit, bis auf 72 Stunden, eingeftellt werden. Haben die Trefortüren außer diefem Zeitfchloß noch eine Einrichtung zum felbfttätigen Schließen und Öffnen, fo find diefelben an keiner Seite durchbohrt, befitzen kein Schlüffelloch, keine von außen nach innen gehende Drehfpindel, alfo nicht den geringften Angriffspunkt für gewaltfame Zerftörungen. Beim Zumachen der Tür fchließt die Vorrichtung felbfttätig und nach Ablauf der eingeftellten Zeit veranlaffen die Uhrwerke ein felbfttätiges Öffnen.

Fig. 36.



Zeitfchloß.
1/8 w. Gr.

Anftatt mehrerer Schlöffer verwendet man häufig nur eines, welches eine Reihe Sicherheitsteile enthält, die mit einem befonderen Schlüffel geöffnet werden müffen, ehe der eigentliche Schlüffel gebraucht werden kann. Bei den meiften derartigen Verfchlüffen ift die Einrichtung eine folche, daß beim Zufchließen auch gleichzeitig das Kontrollefchloß wieder in Wirkfamkeit tritt, alfo ein befonderes Abfchließen desfelben nicht nötig ift. Dies find die Schlöffer mit doppelter Sicherung [47]).

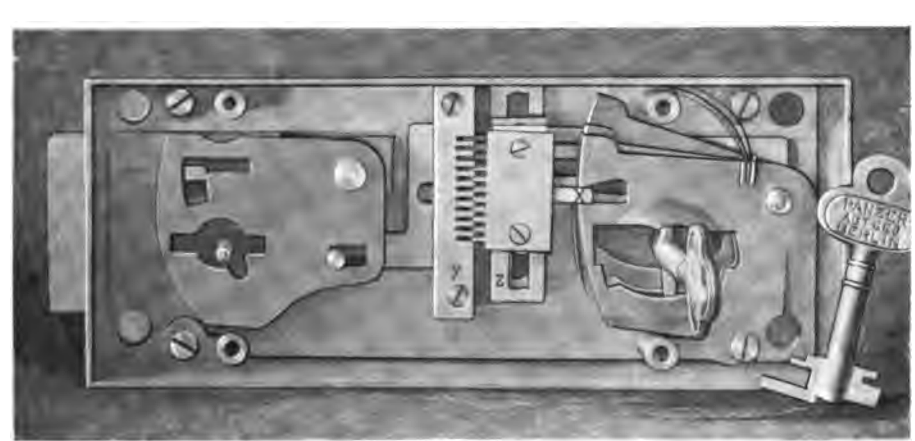
Schließlich fei noch der umftellbaren Schlüffelfchlöffer Erwähnung getan, bei denen fich das Schloß auf Wunfch felbfttätig auf einen völlig anderen Schlüffel paffend umftellt. Diefe Schlöffer werden hauptfächlich bei den *Safes* (fiehe Teil IV, Halbband 2, Heft 1 [Abt. II, Abfchn. 2, B. Kap. 7, unter c] diefes „Handbuches")

[47]) Über diefelben vergl. die in Fußnote 39 angezogene Abhandlung von *O. Ludewig & H. Steinack*.

angewendet, um dem Mieter eines einzelnen Kaſtens die Gewißheit zu geben, daß weder das Perſonal der Bank, noch irgend etwa ein Vormieter mit einem zweiten Schlüſſel ſeinen Effektenbehälter öffnen kann. Zu dieſem Zweck iſt das Schloß (Fig. 37 und Patent der Aktien-Geſellſchaft „Panzer" in Berlin) mit zwei Schlüſſeln doppelt verſchließbar, von welchen den einen (links) der Vorſteher der Kaſſe beſitzt. Dieſer Schlüſſel paßt gewöhnlich zu ſämtlichen *Safes.* Der zweite Schlüſſel iſt in den Händen des Mieters, zugleich jedoch noch eine Anzahl anderer Schlüſſel, welche nach Art der in Fig. 37 abgebildeten mit zwei entgegengeſetzt liegenden Bärten mit verſchieden tiefen Einſchnitten für die Zuhaltungen verſehen ſind. Während ein Zapfen des Bartes die Zuhaltung anhebt, muß der entſprechende des zweiten ſich in einem Ausſchnitt der letzteren bewegen. Würde derſelbe nicht genau die dazu paſſende Länge haben, ſo könnte der Schlüſſel überhaupt nicht gedreht werden.

Zu jeder einzelnen Zuhaltung gehört nun auch ein beſonderer Stift *x* (und dies iſt hauptſächlich der Unterſchied gegenüber einem gewöhnlichen *Chubb*-Schloß), der mit einer kleinen Zahn-

Fig. 37.



Umſtellbares Schlüſſelſchloß.
$^1/_2$ w. Gr.

ſtange *z* in Verbindung ſteht, deren Zähne in die Lücken einer zweiten ſolchen Zahnſtange *y* eingreifen, ſobald das Schloß geſchloſſen iſt. Angenommen, dies ſei der Fall und dadurch die erſtere Zahnſtange *z* und ſomit auch der Stift *x* in der Zuhaltung in gewiſſer Stellung feſtgehalten; man kann alſo nur mit demſelben Schlüſſel öffnen, mit welchem man zugeſchloſſen hat. Beim Verſchließen kann man aber einen beliebigen anderen Schlüſſel benutzen, durch welchen, da der Bart andere Zähne hat, den Stiften und den zugehörigen Zahnſtangen eine ganz andere Stellung gegeben wird als vorher. Natürlich kann nun wieder nur mit dieſem Schlüſſel geöffnet werden; da aber niemand wiſſen kann, welcher Schlüſſel zufällig benutzt wurde, ſo gewährt dieſe Art von Verſchluß eine große Sicherheit.

12. Riegel der Schlöſſer.

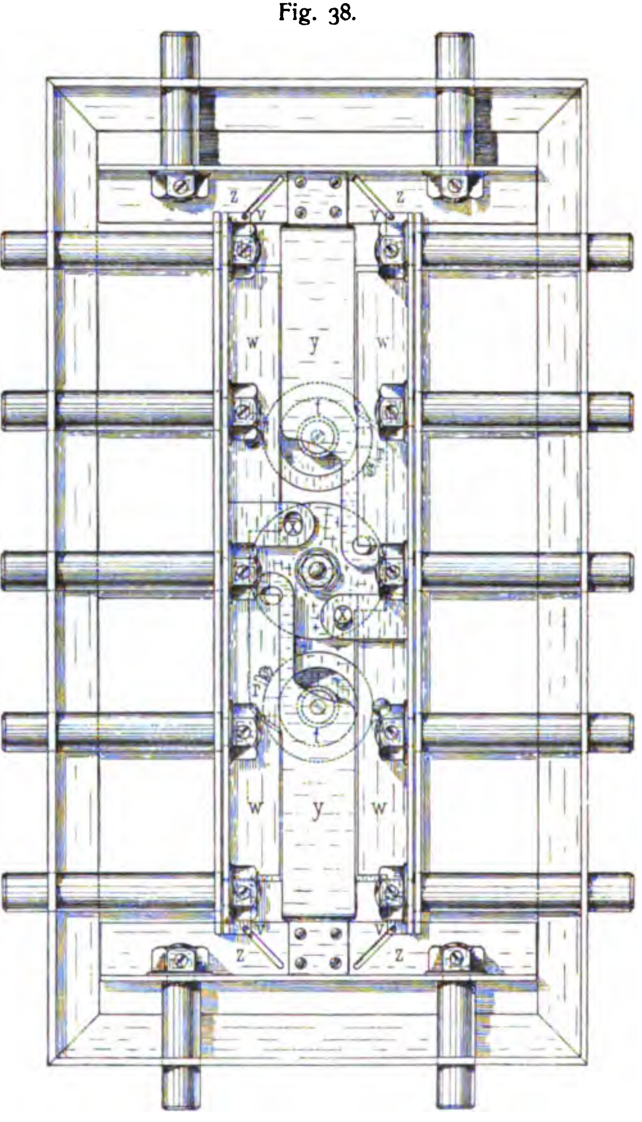
Zu den Sicherungsmitteln der Türen, welche in unmittelbarem Zuſammenhange mit den Schlöſſern ſtehen, gehört die Bildung der Riegel, welche den Verſchluß bewirken und durch Schließen des Schloſſes bewegt werden. Sie ſind im Querſchnitt rechteckig oder kreisförmig und ſtellen den Verſchluß gewöhnlich nur an der Schloßſeite her. Bei Türen, die große Sicherheit gewähren ſollen, muß der Riegelverſchluß aber auf jeder Kante der Tür mehrfach vorhanden und überall auch der Vorſprung der Riegel gleich groß ſein.

Die Riegel liegen entweder auf der Innenfläche der Tür, oder ſie ſind in dieſelbe verſenkt. Die erſteren bedingen eine Befeſtigung mit ſtärkeren Schrauben und Gangkapſeln, wirken bei Bränden

als Wärmeleiter und bieten, da die Schrauben auf Abſcheren in Anſpruch genommen werden, nicht die Sicherheit gegen Einbruch, wie verſenkte Riegel. Die letzteren erfordern, beſonders wenn ſie durchgehen und beiderſeits oder gar überkreuz ſperren, große Türdicken.

Beim Riegelverſchluß nach mehreren oder nach allen Seiten verwendet man in der Regel Basculeriegel, d. h. ſolche, die ſich gemeinſam bewegen, was durch Räder und Hebel bewerkſtelligt wird (Fig. 38).

Fig. 38.



Riegelverſchluß.
$^1/_{10}$ w. Gr.

Hier geſchieht die Bewegung durch die mittelſte Scheibe, welche ſich mittels eines an der Außenwand der Schranktür befindlichen Hebels drehen läßt. Durch dieſe Drehung nach links ſchieben die mit *x* bezeichneten Stifte im vorliegenden Falle die in der Mitte liegenden Flacheiſen oben herunter, unten herauf, und dieſer Bewegung müſſen die mit ihren Enden vernieteten Winkeleiſen *z* folgen, in welchen die vier lotrechten Riegel befeſtigt ſind. Hierdurch gleiten aber zugleich auch die vier Stifte *v* in dem zugehörigen Schlitz herab und ziehen dabei die Winkeleiſen *w* mit ihren zehn wagrechten Riegeln nach der Mitte zu, alſo aus dem Verſchluß heraus.

Dieſe Bewegungen werden durch das obere und untere Schloß *t* unmöglich gemacht, an deren Scheiben die Naſen *r* ſitzen, welche beim Verſchluß ſich vor die Zapfen *s* der Winkeleiſen *w* legen. Bei dem durch Fig. 34 erläuterten Schloſſe ſchiebt ſich der Riegel vor. (Siehe auch den in Fig. 10 [S. 9] dargeſtellten Querſchnitt.)

Eine beſonders innige Verbindung zwiſchen Tür und Gewänden wird durch Anwendung einer hakenförmigen Geſtalt der Riegel erzielt. Dieſe Einrichtung wird häufig in der Weiſe getroffen, daß ein zylindriſcher Riegel ſich beim Schließen um 90 Grad dreht und daß dabei zwei am Ende desſelben angebrachte Flügel hinter das Schließblech des Gewändes faſſen.

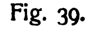
Sehr gerühmt werden die *Chubb*'ſchen patentierten, in diagonaler Richtung an allen Türkanten in die Zarge eingreifenden rechteckigen Riegel. Sie ſollen wegen ihrer Einfachheit und Sicherheit alle anderen Konſtruktionen übertreffen.[49])

Bei den neueren Konſtruktionen ſollen, wie ſchon aus der Erläuterung zu Fig. 38 zu erſehen war, die Schlöſſer die Riegel nicht unmittelbar vor- und zurückbewegen. Um ſtarke, ſchwere Riegel anordnen zu können, müſſen dieſe von der Mitte der Tür aus durch einen ſtarken Drehgriff (in Fig. 39

[49]) Siehe: *Builder*, Bd. 49, S. 374.

auch im Inneren angebracht) nach allen vier Seiten zugleich bewegt werden können. Die Schlöſſer haben nur den Zweck, ein durch kein Gewaltmittel zu beſeitigendes Hindernis zwiſchen das Riegelwerk zu ſchieben. Das Riegelwerk der von der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ hergeſtellten Türen der Geldbehälter liegt hinter der feuer- und thermitfeſten Füllung und iſt unter einer ſtarken Glasplatte (Fig. 39) gewöhnlich ſichtbar. Beim Verſchließen kann die Verbindung des Drehgriffes mit dem Riegelwerk ſelbſttätig gelöſt werden, ſo daß ein Druck auf letzteres nicht mehr möglich iſt.

In Bankhäuſern mit ausgedehnter elektriſcher Beleuchtung ſind die Riegel auch in einem im Inneren des Treſors liegenden Schloß vereinigt, in welchem eine ſchwere, durch Federn niedergedrückte elektromagnetiſche Ankerplatte den Schluß bildet. Der Anker kann nur durch Kontaktſchluß mit dem Hauptkabel gehoben werden.


Fig. 39.



Treſortür.

b) Sicherungen des Verſchluſſes der Fenſteröffnungen.

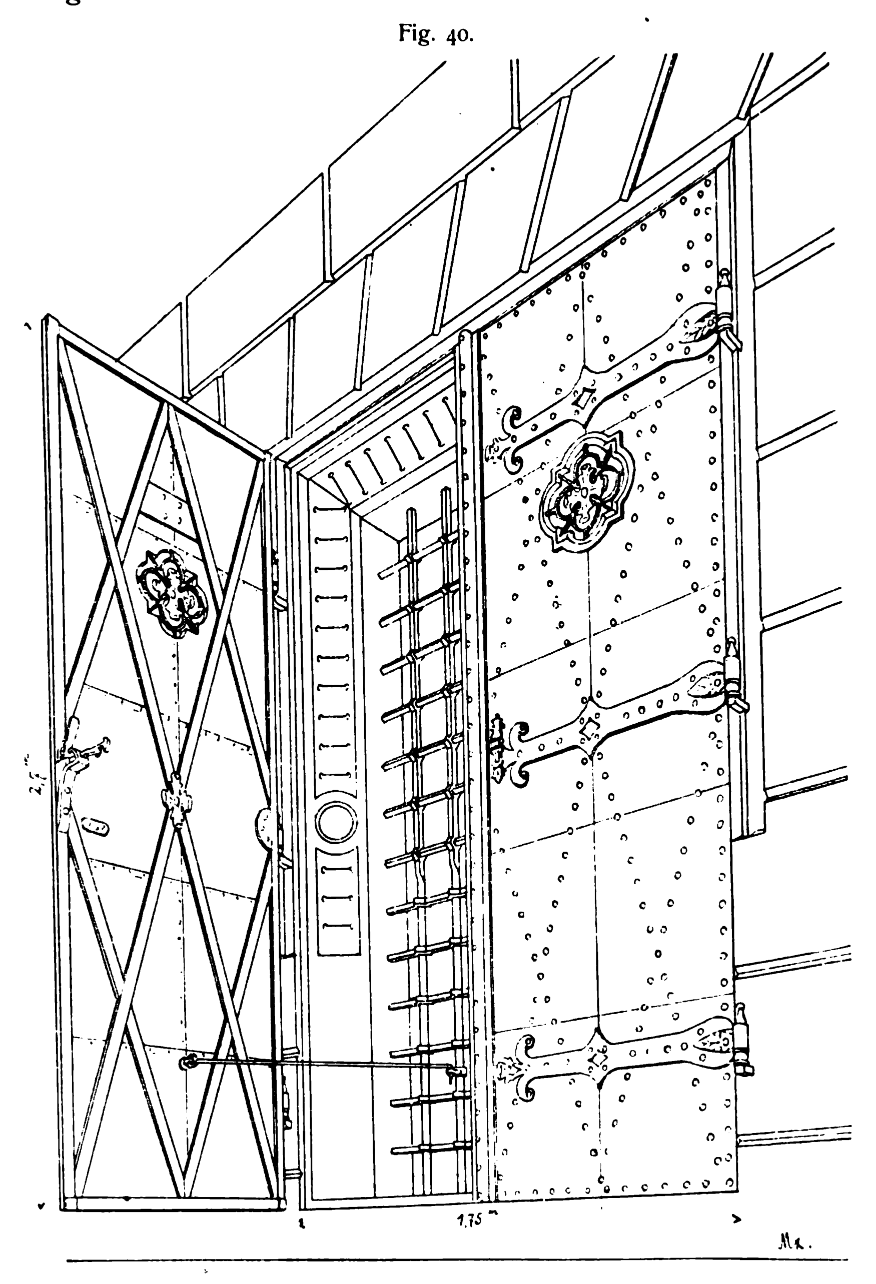
Die Fenſteröffnungen können durch bewegliche oder durch feſtſtehende Einrichtungen gegen Einbruch geſichert werden. Die erſteren ſind die Fenſterläden, die zweiten die Fenſtervergitterungen.

1) Fenſterläden.

In Teil III, Band 3, Heft 1 (Abt. IV, Abſchn. 1, C) dieſes „Handbuches“ wurden bereits die in Wohngebäuden, Geſchäftshäuſern etc. in der Regel angewandten Ladenkonſtruktionen vorgeführt und ihre Verſchlußeinrichtungen beſchrieben. Die Einbruchſicherheit der dort auch beſprochenen hölzernen Vorſetz-, Schlag- und Klappläden iſt nicht groß; ſie kann ähnlich, wie bei den Türen (ſiehe Art. 2, S. 4), durch einen Eiſenblechbeſchlag vermehrt werden. Die Zerſtörung der Blechtafeln 13. Vorſetz-, Schlag- und Klappläden.

wird erschwert, wenn dieselben auf der Innenseite der Läden angebracht sind. Verstärkungen des Blechbeschlages können in der bei den Türen angegebenen Weise erfolgen.

Fig. 40.



Eiserner Laden vom „Grünen Gewölbe" in Dresden[50]).

Noch sicherer konstruiert man, wenn man die Läden ganz aus Eisen macht und sie in gleicher Weise wie die betreffenden Türen herstellt (vergl. Art. 3, S. 7). Die gut gespannten Blechtafeln von 2 bis 3 mm Dicke werden an den Rändern durch Flachschienen oder Winkeleisen versteift; ebenso werden größere Läden auf

[50]) Die Zeichnung ist nach einem der Läden der gekuppelten Fenster an der Nordfassade des Schlosses angefertigt.

ihrer Fläche noch durch Flach-, Winkel- oder **T**-Eifen in diagonaler oder lotrechter und wagrechter Richtung verftärkt.

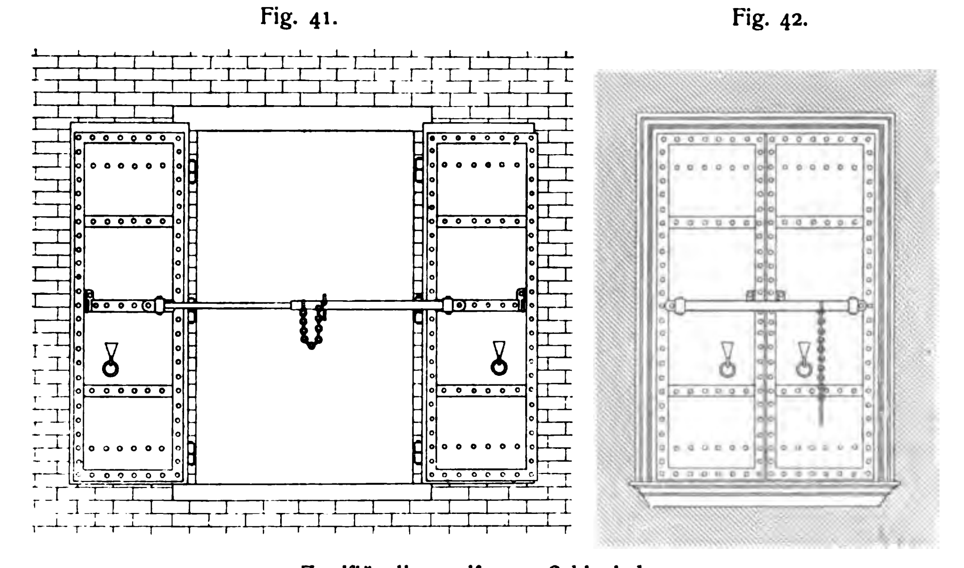
Diefes Gerippe muß für den Fall, daß dünnes Sturzblech (1 bis 2 mm dick), welches fich ohne große Anftrengung mit einer Schere ausfchneiden läßt, Verwendung findet, fo enge Mafchen bilden, daß ein Menfch fich durch diefelben nicht hindurchzwängen kann.

Der Verfchluß erfolgt durch Schlöffer, Schubriegel und Efpagnoletteftangen.

Als Beifpiel für einen eifernen zweiflügeligen Schlagladen und zur Ergänzung zu der in Fig. 7 (S. 6) dargeftellten Tür wird in Fig. 40 einer der fchönen Läden des „Grünen Gewölbes" im Königl. Refidenzfchloß zu Dresden mitgeteilt[50]).

Einen einfachen, nach außen fchlagenden zweiflügeligen eifernen Schlagladen zeigen Fig. 41 u. 42, deffen Verfchluß und Feftftellung in geöffnetem Zuftande felbfttätig durch eine in eine Röhre fich fchiebende Stange bewirkt wird [51]). Fig. 41 zeigt den geöffneten Laden von außen und Fig. 42 den gefchloffenen von innen.

Fig. 41. Fig. 42.



Zweiflügeliger eiferner Schlagladen.

Die eifernen Läden werden gerade fo, wie die hölzernen an den Außenwänden oder an den Leibungen der Fenfternifchen angeordnet; doch kann man fie unter Umftänden, da die Teile fich fehr fchmal machen laffen, gleichfalls in den Leibungen der Gewände unterbringen. Auch fchiebt man fie manchmal in Mauerfchlitze außerhalb der Fenfterverglafung. (Siehe hierüber auch Teil III, Band 3, Heft 1 [Art. 424 bis 427, S. 340 bis 344[52]] diefes „Handbuches".)

Wo Treforräume mit Fenftern zu verfehen find, erhalten diefe außer Vergitterungen noch nach der Art der Kaffenfchranktüren konftruierte Fenfterläden, wie ein folcher in Fig. 43 dargeftellt ift.

Die aus Holzleiften angefertigten Rolläden bieten gegen Einbruch fehr geringe Sicherheit; die Holzleiften können leicht ausgebrochen oder ausgefchnitten werden. Deswegen werden für Schaufenfter jetzt vielfach eiferne Rolläden in Anwendung gebracht. Man ftellt diefelben entweder aus einzelnen fchmalen, ineinandergreifenden, gewöhnlich im Querfchnitt **S**-förmig geftalteten Blechftreifen oder 14. Plattenläden.

[51]) Von *J. B. & J. M. Cornell* in New York.

[52]) 2. Aufl.: Art. 442 bis 444, S. 348 bis 352.

aus ganzen, wagrecht gewellten Stahlblechen her. Die letzteren ſind wegen der größeren Sicherheit bei geringerem Gewicht vorzuziehen.

Entweder beſteht die ganze Fläche aus einer einzigen oder, bei größeren Läden, aus mehreren durch Nietung miteinander verbundenen, 0,5 bis 1,0 mm ſtarken Blechtafeln.

Die Rolläden rollen ſich gewöhnlich oben, innerhalb des Fenſterſturzes, auf; doch kann dies auch unten an der Sohlbank geſchehen. Im erſteren Falle bedarf es beſonderer Sicherungsmittel, um das unbefugte Aufheben der Läden von außen her zu verhindern.

Die zu dieſem Zwecke gewöhnlich unten am Laden auf der Innenſeite angebrachten Verſchlußvorrichtungen bieten wenig Sicherheit, da ſie nach Ausſchneiden eines Stückes des Ladens an

Fig. 43.



Panzerfenſterladen.

der betreffenden Stelle leicht beſeitigt werden können. Mehr Sicherheit gewähren oben unter der Rolle angebrachte Vorkehrungen, wie *Block*'s patentierter Schutzapparat gegen Einbruch durch die Rolljalouſien [53]) oder *O. Krüger*'s ſelbſttätiger Rolladenverſchluß [54]) oder die Sicherheitsvorrichtung für Rolläden von *Gebr. Dubbick* [55]).

Da, wo der für die Rollkaſten nötige Raum nicht gut zu beſchaffen iſt, kann von der Anordnung von *M. G. Mitter* in Berlin [56]) Gebrauch gemacht werden, nach welcher der Rolladen entweder unter der Decke oder unter dem Fußboden wagrecht geführt wird. (Im übrigen ſiehe im mehrfach genannten Hefte dieſes „Handbuches" Art. 477 bis 494, S. 378 bis 390.)

[53]) Beſchrieben in: ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 230.
[54]) D. R.-P. Nr. 2827. – Beſchrieben in: Polyt. Journ., Bd. 235, S. 426.
[55]) D. R.-P. Nr. 39753.
[56]) D. R.-P. Nr. 41106. – Auch beſchrieben in: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 12 – und in dem oben genannten Hefte dieſes „Handbuches" (2. Aufl.: Art. 492, S. 389).

Für fehr breite Öffnungen werden viel, namentlich in Paris, die Plattenläden verwendet, die aus einzelnen etwa 30 cm hohen, übereinander greifenden Blechtafeln von verhältnismäßiger Dicke zufammengefetzt find, welche fich entweder nach oben oder nach unten zufammenfchieben laffen, wozu mehr oder weniger umftändliche Einrichtungen notwendig werden. Zum Bewegen der Läden wird anftatt Menfchenkraft zuweilen auch hydraulifcher Druck in Anwendung gebracht. 15. Plattenläden.

Eine Verfteifung und befondere Sicherung gegen unbefugtes Heben der Läden erhalten diefelben mitunter dadurch, daß hinter denfelben an drehbaren Bolzen eiferne Rohre aufgehängt werden. An diefen Rohren find Knaggen angebracht, welche über in entfprechender Höhe an den Blechtafeln befeftigte Winkel greifen. Diefe letzteren haben dann noch Ausfchnitte, in welche fich eine an den Rohren befindliche gekrümmte Leifte durch Drehen des Rohres einlegen läßt, wodurch die Blechwand größere Steifigkeit erhält [57]).

Die einfachften und ficherften Schaufenfterverfchlüffe find jedenfalls diejenigen, bei welchen die ganze Öffnung durch eine einzige verfteifte eiferne Platte verfchloffen ift, welche während des Tages in den Kellerraum hinabgelaffen wird. Das Heben der Platte wird dadurch erleichtert, daß man fie durch Gegengewicht ausbalanciert. 16. Schiebeläden.

Bei einer von *Gugitz* [58]) mitgeteilten Einrichtung diefer Art ift der obere Teil des Ladens durch Gitterwerk gebildet, fo daß dadurch im herabgelaffenen Zuftande eine genügende Beleuchtung des Kellerraumes durch die im Bürgerfteig angebrachten, mit Rohglas gefchloffenen Lichtöffnungen ermöglicht wurde.

2) Fenftervergitterungen.

An denjenigen Fenfter- oder Lichtöffnungen, welche einen beftändigen Schutz ohne wefentliche Beeinträchtigung des Lichteinfalles haben müffen, werden eiferne Vergitterungen angebracht. Die Anordnung derfelben kann in Beziehung auf die Fenftergewände eine verfchiedene fein: fie können entweder im Lichten derfelben oder vor denfelben angebracht werden. Die erfte Anordnung ift im allgemeinen bei richtiger Befeftigung der Gitter die ficherere; die zweite wird dagegen dann angewendet, wenn das Hinausbeugen aus dem Fenfter ermöglicht bleiben foll. Beide Arten der Fenftergitter kommen fchon im Mittelalter und in der Renaiffancezeit vor, und es geben uns diefe vergangenen Kunftepochen auch bei diefen Konftruktionen, wie überhaupt bei Eifenarbeiten, die beften Vorbilder dafür, wie unter Berückfichtigung der Eigenfchaften des Materials große Sicherheit, gepaart mit fchöner und charakteriftifcher Form, zu erzielen ift. 17. Allgemeines.

Ein ausführliches Eingehen auf die Einzelheiten der Verbindungen ift hier zwar nicht nötig, da diefelben von denjenigen der Einfriedigungen (fiehe Teil III, Band 1, Heft 2 [Abt. III, Abfchn. 1, C, Kap. 16, unter *b*] diefes „Handbuches") nicht wefentlich abweichen; doch wird immerhin eine Mitteilung der bei den Fenftergittern alter und neuer Zeit gebräuchlichen Verbindungsarten der Gitterftäbe nicht ohne Wert fein.

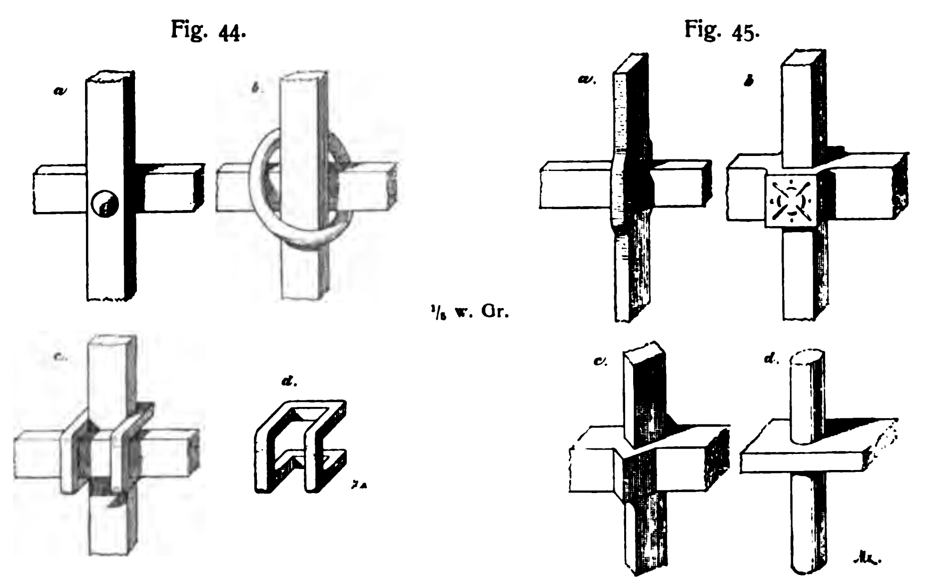
Die Gitterftäbe gehen entweder aneinander vorüber, oder fie find durcheinander gefteckt, oder doppelte wagrechte Stäbe faffen die lotrechten ein. Im erften und dritten Falle find befondere Hilfsftücke, als Niete, Ringe etc., erforderlich, wie dies Fig. 44 *a—d* u. Fig. 46 *a, b* zeigen. Nach der zweiten, fefteren Weife gehen 18. Verbindung der Gitterftäbe.

---

57) Über diefe Konftruktion fiehe: Deutfches Bauhandbuch. Bd. II. Berlin 1880. S. 105.

58) In: Neue und neuefte Wiener Baukonftruktionen aus dem Gebiete der Maurer-, Steinmetz-, Zimmermanns-, Tifchler-, Schloffer-, Spengler- u. f. w. Arbeiten. Auf Veranlaffung und mit Unterftützung des k. k. Minifteriums für Kultus und Unterricht, herausgegeben von den Fachlehrern der bautechnifchen Abteilung an der k. k. Staats-Gewerbefchule in Wien unter der Leitung des Direktors *O. Gugitz*. Wien.

Fig. 44. Fig. 45.

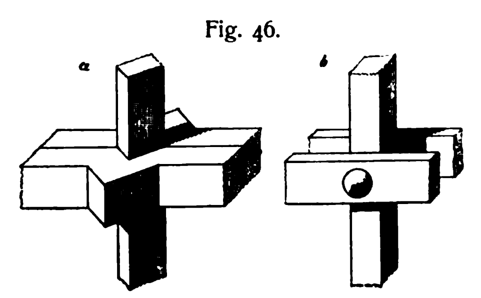


Übereinander gelegte Gitterſtäbe. Durcheinander geſteckte Gitterſtäbe.

entweder die Horizontalen durch Löcher der Vertikalen (Fig. 45 *a*) oder, was häufiger vorkommt, die Vertikalen durch Löcher der Horizontalen (Fig. 45 *b*, *c*, *d*). Im Mittelalter und bis zum XIX. Jahrhundert waren namentlich die Verbindungen nach Fig. 45 *b*, *c* üblich, welche an den Knotenpunkten Verdickungen der Eiſenſtäbe erfordern, während man ſich jetzt gewöhnlich der zwar bequemeren, aber auch weniger ſchönen Anordnung nach Fig. 45 *d* bedient. Das feſteſte, allerdings ſehr ſchwierig herzuſtellende Flechtwerk von Gitterſtäben erhält man, wenn man dieſelben abwechſelnd ſich gegenſeitig durchdringen läßt (Fig. 47 [59]). Die Anordnung in Fig. 45 *c* iſt beſonders häufig angewendet worden, und mit Recht, da die übereck geſtellten Vertikalſtäbe dem Auseinanderbiegen oder der Verbiegung ſenkrecht zur Gitterebene einen größeren Widerſtand entgegenſetzen als Stäbe von demſelben quadratiſchen Querſchnitt, aber in der Anordnung nach Fig. 45 *b*.

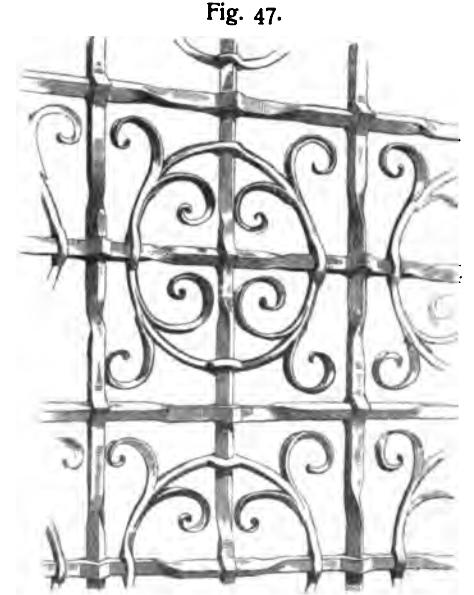
Zu den Verbindungen von Gitterſtäben durch beſondere Hilfsſtücke gehört auch die in Fig. 48 dargeſtellte, bei welcher ein lotrechter und zwei wagrechte Rundſtäbe durch ſolche Stücke aus gegoſſenem Metall geſteckt ſind. Der Hartguß wird auf den

Fig. 46.



Verdoppelung der wagrechten Gitterſtäbe.
1/8 w. Gr.

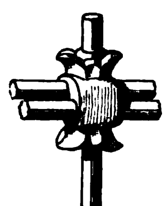
Fig. 47.



Wechſel im Durcheinanderſtecken der Gitterſtäbe [59]).

[59]) Fakſ.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC, E. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863. S. 76: Artikel „*Grille*“.

Fig. 48.



Kreuzungsſtellen der Schmiedeeiſenſtäbe unmittelbar ausgeführt und ſoll eine gute Schweißung erſetzen [60]).

Für Drahtgitter werden zu gleichem Zwecke, Vergießen von zwei ſich kreuzenden Drähten in verſchiedener Form und Größe des Knotenſtückes, von der Werkzeugfabrik von *Robert Sedlmayr* in München Gittereingußzangen geliefert.

Mit den Gitterſtäben ſtellt man entweder ein regelmäßiges Maſchenmuſter her, oder man bringt die wagrechten Stäbe in beträchtlich größeren Entfernungen an als die lotrechten. Die erſtere Art war beſonders bei ſich durchdringenden Stäben beliebt; dieſelben können dabei wagrecht und lotrecht (Fig. 47) oder auch ſchräg (Fig. 52) laufen. Solche Gitter erhalten mitunter Ornamente, die ſich gleichmäßig über die Fläche verteilen (Fig. 47 u. 53) oder nur an einzelnen Punkten derſelben angebracht werden (Fig. 55).

Bei der zweiten Art der Gitter dürfen die lotrechten Stäbe höchſtens 13 cm Zwiſchenraum erhalten, während die wagrechten nach dem Bedürfnis der Sicherheit über die Höhe verteilt werden. Die Ausſtattung mit Ornament kann bei ſolchen Gittern in der verſchiedenſten Weiſe erfolgen.

Für Gefängniſſe hält man es für genügend ſicher, wenn die wagrechten Stäbe von 5 cm Breite und 1 cm Dicke, durch welche runde Vertikalſtäbe von 2,5 cm Durchmeſſer geſteckt ſind, in Entfernungen von 65 bis 80 cm angebracht werden.

Zu Gittern, welche einbruchſicher ſein ſollen, iſt nur beſtes Schmiedeeiſen zu verwenden, Gußeiſen aber ganz auszuſchließen.

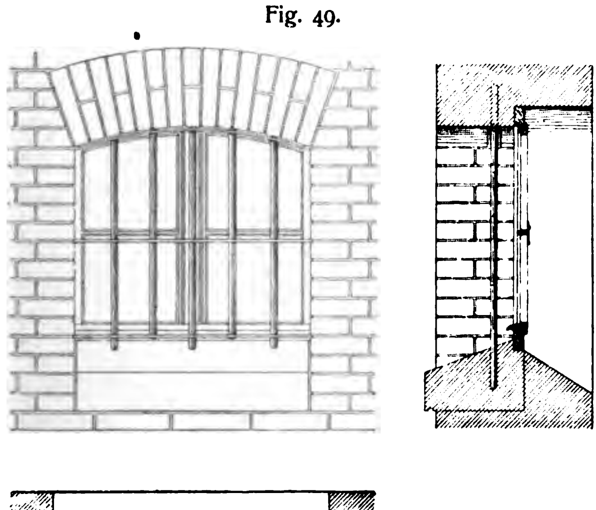
Auch das feſteſte Gitter wird keine Sicherheit gewähren, wenn die Fenſterumfaſſung nicht auch von entſprechend feſtem Material hergeſtellt und das Gitter an derſelben nicht gut befeſtigt iſt. 19. Gitter im Lichten der Fenſtergewände.

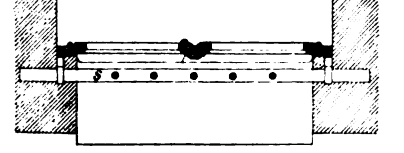
Eine wirklich ſichere Befeſtigung von Gittern im Lichten der Fenſteröffnungen erreicht man nur, wenn die Enden der Hauptſtäbe gleich bei der Herſtellung der Öffnungen in den Stein eingelaſſen oder vermauert werden.

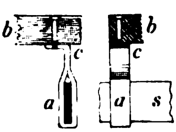
Zweckmäßig erſcheint es dabei allerdings, von den eng ſtehenden Vertikalſtäben nur einen um den anderen in Sturz und Sohlbank eingreifen zu laſſen, damit letztere Konſtruktionsteile nicht zu ſtark geſchwächt werden.

In dem in Fig. 49 [61]) dargeſtellten Gitter einer Gefängniszelle iſt die zuletzt erwähnte Anordnung getroffen worden. Die nicht eingemauerten Vertikalſtabenden ſind mit den oben und unten angebrachten Querſchienen verzapft und vernietet. Die übrigen greifen etwa 16 cm in das Mauerwerk ein, während die Querſchienen 23,5 cm in die

Fig. 49.







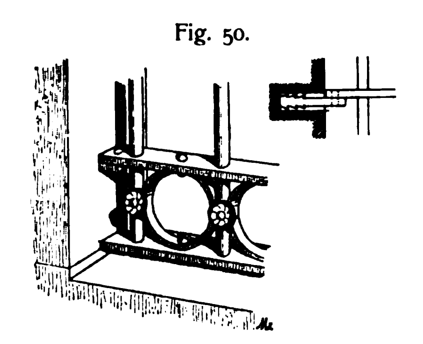
Gitter im Lichten des Fenſtergewändes [61]).
1/30, bezw. 1/10 w. Gr.

[60]) *Patent Three-bar Chilled Proceß* von *Compoſite Iron Works Co.* in New York.

[61]) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1864, S. 365 u. Bl. 46.

Fugen des Backfteinmauerwerkes hineingehen. Diefe erhalten eine weitere Befeftigung durch aus 26 × 7 mm ftarken Schienen gebildete Halseifen *a*, welche mit einer Verkröpfung *c* verfehen find, deren Außenfeite mit der inneren Fenfteranfchlagsfläche zufammenfällt. Die Verkröpfung erhält ein Loch mit Schraubengewinde, fo daß an derfelben der Fenfterfutterrahmen *b* angefchraubt werden kann. Damit die Gefangenen diefe Befeftigungsfchrauben nicht löfen können, erhalten letztere fo hohe Köpfe, daß durch Abfeilen der Kopfeinfchnitt befeitigt werden kann. Diefe Befeftigungsweife ift der oft angewendeten des Spaltens der Querfchienenenden und des Auf- und Abbiegens diefer Enden bei weitem vorzuziehen, wodurch die Feftigkeit des Mauerwerkes leidet. Beim Einlaffen in Hausfteinwände werden die Stabenden in der Regel aufgehauen.

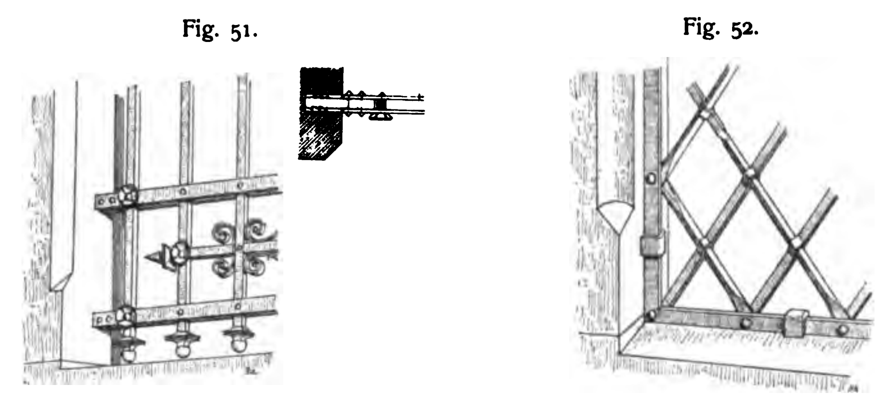
Fig. 50.



Befeftigung der Gitterftäbe mittels Hilfsftücke.

Die gleichzeitige Herftellung von Gitter und Öffnungen ift allerdings unbequem und umftändlich. Deshalb verfährt man häufig in der Weife, daß man, um die Gitter erft nach der Vollendung des Gebäudes einfetzen zu können, die Hori-

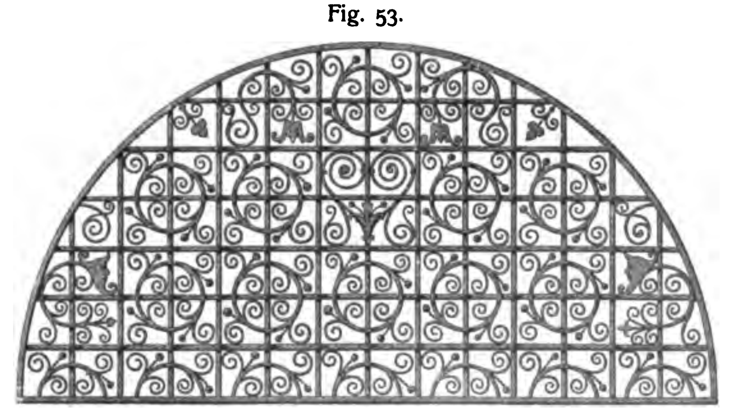
Fig. 51. Fig. 52.



Befeftigung der Gitterftäbe mittels Hilfsftücke. mittels Klammern.

zontalftäbe nicht viel länger macht, als die Öffnung breit ift, auf der einen Seite in das Gewände tiefe und weite Löcher fchlägt, in diefe die Stabenden einfchiebt und fo die Möglichkeit erhält, auch die entgegengefetzten Stabenden in die gegen-

Fig. 53.

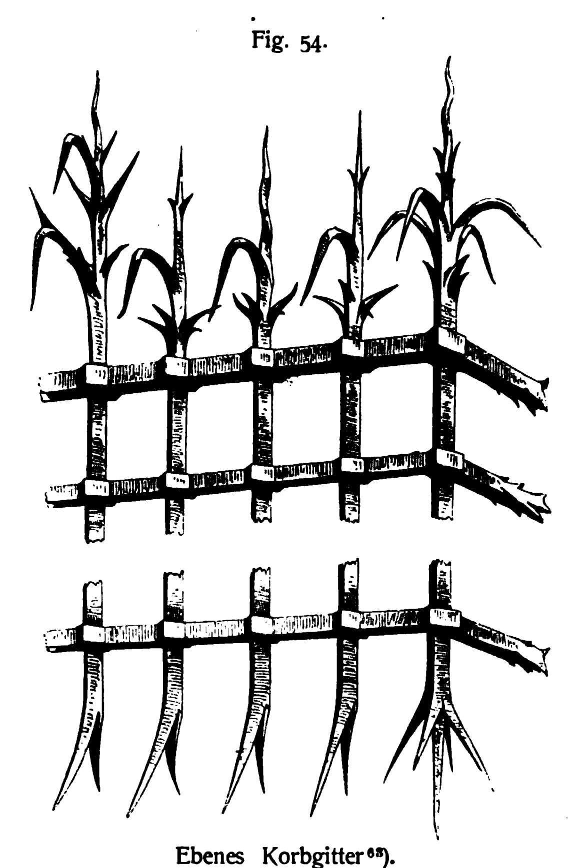


Oberlichtgitter einer Tür in Frankfurt a. M.[62]).

1/20 w. Gr.

[62]) Fakf.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutfcher Schmiedewerke. Berlin 1875–78. Heft VI, Bl. 5.

Fig. 54.



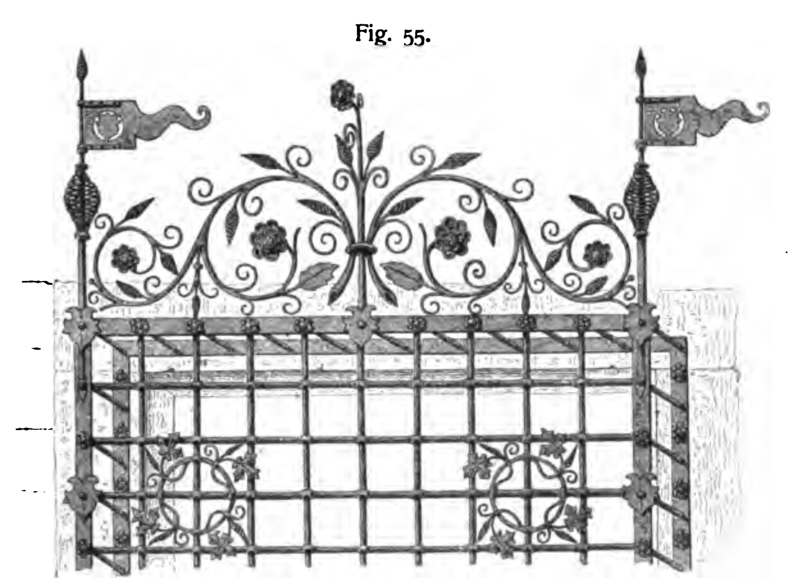
Ebenes Korbgitter[63]).

über liegenden Löcher hineinzubringen. Etwa vorhandene Vertikalen können dabei eine Befestigung durch Eingreifen nicht erhalten.

Häufiger und besser als die eben erwähnte unvollkommene Befestigungsweise ist die Befestigung mit besonderen Hilfsstücken, die in die Fenstergewände eingelassen und mit den Gitterstäben durch Schrauben oder zweckmäßiger durch Niete verbunden werden. Zwei hierher gehörige gebräuchliche Ausführungsarten sind in Fig. 50 u. 51 dargestellt.

Ebenfalls häufig verfährt man in der Weise, daß man die Gitter mit Rahmen versieht und diese an den Gewänden mit Klammern befestigt, wie Fig. 52 zeigt, oder daß man den aus Flacheisen hergestellten Rahmen mit der Breitseite an das Gewände legt und an diesem durch Schrauben oder Haken in Holzdübeln festmacht, welche durch den Rahmen verdeckt sind. Eine solche Verbindung ist selbstverständlich sehr leicht lösbar. Macht man die Schraubenköpfe so hoch, daß man den Kopfeinschnitt abfeilen kann, so wird die Verbindung wesentlich besser.

Fig. 55.



Ebenes Korbgitter aus Herborn im Dill-Tal[64]).

[63]) Fakf.-Repr. nach: VIOLLET-DE-DUC, E. *Dictionnaire raisonné de l'architecture etc.* Bd. 6. Paris 1863, S. 75: Artikel „*Grille*".

[64]) Fakf.-Repr. nach: RASCHDORFF, J. Abbildungen deutscher Schmiedewerke. Berlin 1875–78. Heft IV, Bl. 7.

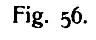


Fig. 56.



Fenſtergitter mit ſchräg anſteigenden Stäben.

Fig. 57.



Fenſtergitter am „Delphin“ in Baſel.

Fig. 58.



Fenſtergitter in Liegnitz.

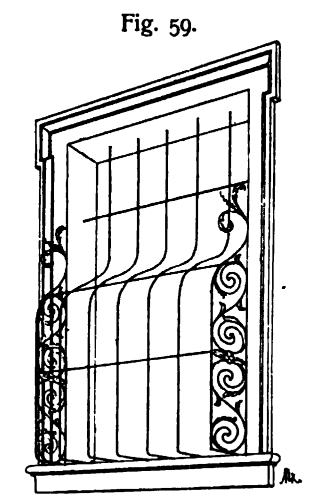
Zu den in das Lichte der Öffnungen eingeſetzten Gittern gehören auch die Oberlichtgitter von Türen und Toren, für welche in Fig. 53[62]) ein Renaiſſancebeiſpiel geboten wird. Im übrigen ſiehe hier Teil III, Bd. 3, Heft 1 (Art. 224, S. 194[65]).

20.
Gitter vor den Fenſtergewänden.

Die vor die Fenſtergewände geſetzten Gitter haben außer dem ſchon erwähnten Vorteil, das Hinausbeugen aus dem Fenſter zu geſtatten, noch den, daß man dieſelben nach der Fertigſtellung des Gebäudes bequem und dabei auch ziemlich ſicher dadurch an den Fenſtergewänden zu befeſtigen vermag, daß man alle Stäbe, welche das Gerippe des Gitters bilden, mit den umgebogenen Enden in den Stein oder das Mauerwerk einlaſſen und gut verbleien kann. Die Feſtigkeit, wie ſie ſich durch die am Eingang des vorhergehenden Artikels geſchilderte Konſtruktionsweiſe erzielen läßt, iſt hierbei allerdings nicht zu erreichen.

Die in Frage ſtehenden Fenſtergitter können als Korbgitter bezeichnet werden. Sie bilden entweder eine mehr oder weniger weit vorgelegte Ebene oder ſich ausbiegende krumme Fläche, oder ſie haben im unteren Teile eine vorſpringende Erweiterung, um das Hinauslegen aus der Fenſteröffnung noch mehr zu erleichtern.

Fig. 59.



Korbgitter in Worms.

Beiſpiele der erſteren Art geben Fig. 54 bis 58 in den verſchiedenartigſten Ausführungen.

Bei dem in Fig. 54[63]) gegebenen Beiſpiel ſind nur die wagrechten Stäbe zur Befeſtigung benutzt, dagegen die Enden der lotrechten zur Abwehr einer Annäherung mit ſcharfen Spitzen verſehen worden.

Die Befeſtigung kann keine ſo ſichere werden, wenn, wie das ſchöne Renaiſſance-Beiſpiel in Fig. 55[64]) zeigt, die Seitenſtäbe des Fenſterkorbes auf einem Rahmen befeſtigt ſind, der ſich an das Fenſtergerüſt legt. In Fig. 56 ſind die ſchräg anſteigenden Gitterſtäbe an den Ecken umgebogen und in einem Rahmen von Flacheiſen vernietet, der mit Klammern im Gewände befeſtigt iſt. Ähnlich iſt die Befeſtigung in Fig. 58, einem Fenſtergitter in Liegnitz. Eine ganz abweichende Ausführung zeigt Fig. 57, eine Vergitterung vom „Delphin“ in Baſel, bei welchem das Gitter mit beſonderen Seitenteilen und ſogar mit feſter Verdachung verſehen iſt.

In Fig. 59 bis 62 ſind Beiſpiele der zweiten Art abgebildet. Dieſe Formbildung war namentlich im XVII. und XVIII. Jahrhundert ſehr beliebt. In Fig. 59 ſind die Gitterſtäbe innerhalb der Gewände befeſtigt, ſo daß nur der untere Teil des Gitters aus der Fenſterfläche heraustritt, während bei Fig. 60 bis 62 der ganze Korb außen liegt und der untere Teil noch weit vorgebogen iſt. Der obere Teil des Gitters in Fig. 61, vom Württemberger Hof in Baſel, bildet dabei einen geradlinigen Kaſten. Weniger iſt dies in Fig. 60, einem Gitter aus Görlitz, der Fall, welches aus flachrunden Profileiſen hergeſtellt iſt. In Fig. 62, einem Gitter vom Regierungsgebäude in Konſtanz, bilden ſämtliche Stäbe ſchwachgeſchwungene Linien.

21.
Bewegliche Gitter.

Obgleich im allgemeinen die Fenſtergitter faſt immer feſtſtehende Konſtruktionen ſind, ſo hat man doch in neuerer Zeit auch verſucht, den Vorteil der Läden, dieſelben beim Nichtgebrauch von den Öffnungen entfernen zu können, mit dem Vorzug beſtändigen Lichtzutrittes durch die Gitter in der Konſtruktion zuſammenſchiebbarer Gitter zu verbinden.



[65]) 2. Aufl.: Art. 232, S. 197.



Fig. 60.



Fenſtergitter zu Görlitz.

Fig. 61.



Fenſtergitter am Württemberger Hof zu Baſel.

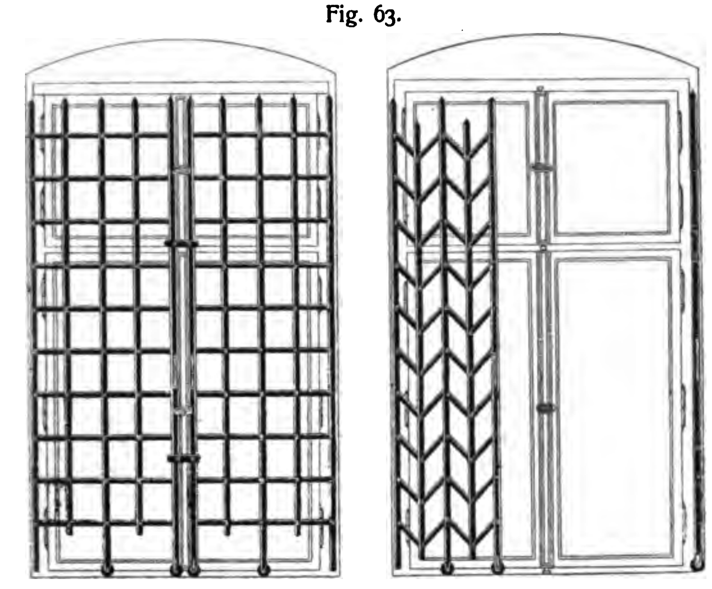
Fig. 62.





Fenſtergitter am Regierungsgebäude
zu Konſtanz.

Fig. 63.



Born's Patentgitter[66]).

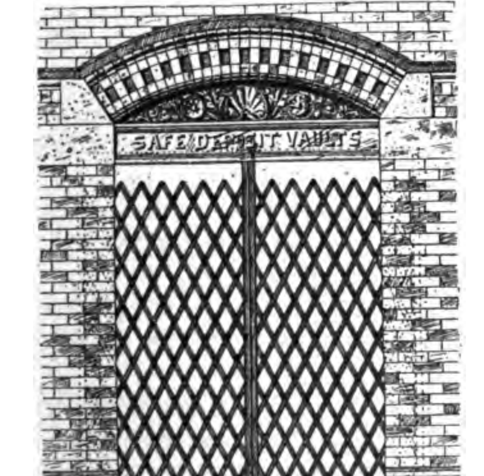
Ein solches ist das *Born'*sche Patentgitter (Fig. 63[66]).

Dasselbe besteht aus zwei Flügeln, die nach Bedürfnis zusammengeschoben und durch zwei Verschraubungen und ein Schnepperschloß verbunden werden. Es wird auf der Innenseite der Fenster angebracht, und ein lotrechter Stab um den anderen (5 bis 7 mm stark, 20 mm breit) läuft mit einer Rolle von Holz oder Hartgummi auf dem Fensterbrett. Zusammengeschoben nimmt das Gitter auf jeder Seite der Fensterleibung einen Raum von etwa 8 cm Breite in Anspruch.

Wo nicht sehr große Sicherheit verlangt wird, mag diese Vorrichtung ihrer Bequemlichkeit wegen ganz empfehlenswert sein.

In Nordamerika, in neuerer Zeit auch in Deutschland, werden die zusammenschiebbaren Gitter vielfach angewendet, und zwar nicht bloß für Fenster, sondern auch für Türen, insbesondere in denjenigen Fällen, wo der Raum für aufgehende Flügel beschränkt ist.

Fig. 64.



Pitt's zusammenschiebbares Gitter[67]).

Fig. 64 zeigt *Pitt's* zusammenschiebbares Gitter für Tresore, das zum Verschluß derselben in der Geschäftszeit zu benutzen ist.

Solche Gitter werden oft für sehr weit gespannte Öffnungen ausgeführt und dann durch wagrecht liegende schmale Gitter, die sich ebenfalls zusammenschieben, versteift[67]).

Das in Fig. 65a u. b[68]) dargestellte *Bostwick*-Gitter besteht, um eine größere Steifigkeit zu erzielen, aus kleinen [-Eisenstäben, die sowohl wagrecht wie auch lotrecht verwendet werden können. Können die dicht zusammengeschobenen [-Eisen in einem entsprechend tiefen Mauerschlitz oder einem Mauervorsprung untergebracht werden, so wird der letzte Stab als Drehsäule aus Quadrateisen hergestellt und das zusammengeschobene Gitter in die Fenster- oder Türleibung umgeklappt (Fig. 65b).

Diese Gitter werden bis zu 5,00 m Breite, sogar mit Schlupfpforten und den mannigfaltigsten Abwechselungen von der Firma *de la Sauce & Kloß* in Berlin ausgeführt.

Mitteilungen über zusammenschiebbare französische Fenstergitter finden sich in unten angegebener Quelle[69]).

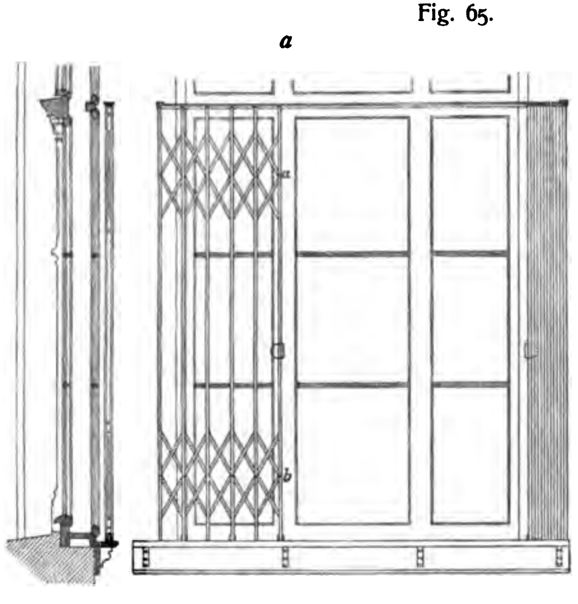
[66]) D. R.-P. Nr. 5570.

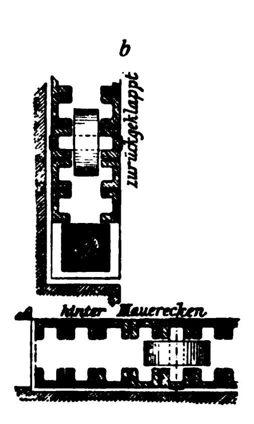
[67]) Siehe: *Building*, Bd. 9, *Trade Suppl.*, Nr. 9.

[68]) Fakf.-Repr. nach: Baukunde der Architekten. Bd. I, Teil 2. 4. Aufl. Berlin 1896. S. 128.

[69]) *La semaine des constructeurs*, Jahrg. 10, S. 173.

Fig. 65.





Boſtwick-Gitter [69]).

c) Sicherungen gegen Durchbruch der Wände, Decken und Fuſsböden in beſonderen Räumen (Treſore).

22. Allgemeines. Es hat ſich im Laufe der Zeit ergeben, daß Kaſſenſchränke allein für ſich nicht die genügende Sicherheit gegen Einbruch und Feuer bieten, ſondern daß ſie in beſonders feſt konſtruierten Räumen, den Treſoren oder Schatzkammern, untergebracht werden müſſen, welche demnach für größere Banken ganz unentbehrlich ſind.

Je nach der Menge der aufzubewahrenden Werte erhalten dieſelben verſchiedene Größe [70]), was aber auf die Grundſätze der Konſtruktion von keinem Einfluß iſt. Dieſe Grundſätze ſind: möglichſte Erſchwerung des Durchbrechens der Raumumſchließungen bei Rückſichtnahme auf Feuerſicherheit und Ermöglichung einer Aufſicht über dieſe Raumumſchließungen.

Wegen Mangels dieſer letzteren Vorſicht ſind wohl die früher mitunter von Banken angewendeten Sicherheitsſchächte, in welche außer der Geſchäftszeit die Schätze verſenkt wurden [71]), nicht mehr gebräuchlich.

Man verwendet jetzt folgende zwei Arten von Treſoranlagen:

1) ummauerte Räume, welche in organiſchem Zuſammenhange mit dem betreffenden Gebäude ſtehen;

2) nach Art von Geldſchränken konſtruierte Treſore, welche in den Gebäuden an geeigneten Plätzen aufgeſtellt und unter Umſtänden ſo eingerichtet werden können, daß ſie zerlegbar und an anderen Orten wieder aufſtellbar ſind.

1) Gemauerte Treſore.

23. Lage der Treſore. In Bezug auf die Überwachung der Wandungen iſt die zweckmäßigſte Lage eines Treſors die, bei welcher er rings von Räumen umgeben iſt, in denen viel Verkehr ſtattfindet. Die Lage iſt entſchieden der an einer Nachbargrenze oder

[70]) So hat der Treſor der Deutſchen Reichsbank in Berlin eine Grundfläche von 1000 qm, wozu noch ein ſehr geräumiger Vortreſor tritt.

[71]) Eine ſolche Vorkehrung findet ſich beſchrieben in: Polyt. Journ., Bd. 68, S. 405 – ferner in: *Building news*, Bd. 18, S. 294.

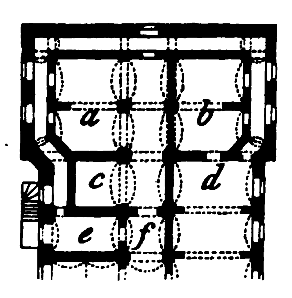
an einem Raume vorzuziehen, welcher selten oder nur von untergeordnetem Personal betreten wird. In letzteren Fällen muß man an besonders weitgehende Vorsichtsmaßregeln, Armierungen etc. denken.

Den nicht immer zu erreichenden Vorteil der rings von Verkehrsräumen umgebenen Lage kann man geeignetenfalls auch durch Anlage eines Beobachtungsganges um alle oder mehrere Seiten des Tresorraumes ersetzen, welcher öfters von besonderen Wächtern durchschritten wird.

Der größeren Feuersicherheit wegen legt man die Tresore gern in das Keller- oder wenigstens in das Erdgeschoß. Die letztere Lage ist die bequemere und gegen Einbruch unter Umständen die sicherere, besonders dann, wenn der Raum unter dem Tresor öfters betreten wird. Dadurch wird die größte Gefahr, die des unbemerkten Unterminierens des Tresorfußbodens, wesentlich vermindert. In ähnlicher Weise sollte die Decke beständig durch den Verkehr kontrolliert werden; denn Decke und Fußboden sind die verwundbarsten Stellen des Tresors und müssen daher, wenn man, wie dies sehr oft der Fall, die Raumanlage nicht in der oben angedeuteten Weise treffen kann, besonders fest konstruiert werden.

So untermauert man in Amerika kleine Tresore, in welchen nur ein Geldschrank sich befindet, mit einem massiven Mauerklotz vom Gebäudefundament an. Bei uns verfährt man jedoch bei Lage des Tresors im Erdgeschoß in der Regel so, daß man den ringsummauerten Kellerraum mit Sand oder Schutt verfüllt. Für besser wird es aber gehalten, diesen Raum mit dem Tresor durch eine Treppe in Verbindung zu setzen und ihn beständig zu beaufsichtigen.

Fig. 66.



Kassenräume mit Beobachtungsgang im Verwaltungsgebäude der Kgl. Bergwerks-Direktion zu St. Johann a. S.[72]). 1/500 w. Gr.

Dann sollte man aber sowohl den unteren, als auch den oberen Fußboden einbruchsicher herstellen und die Treppenöffnung gleichfalls verschließen können.

Liegen die Tresore nicht im Keller, so hat man auf die sorgfältigste Gründung Bedacht zu nehmen und die Mauern immer bis auf den gewachsenen Boden hinabzuführen.

Fig. 66[72]) zeigt die Anordnung eines Beobachtungsganges um den Kassen- und Dokumentenraum des Verwaltungsgebäudes der Königl. Bergwerks-Direktion zu St. Johann a. S. Derselbe liegt im Erdgeschoß des betreffenden Gebäudes. Die unter demselben befindlichen Teile des Kellergeschosses sind mit Erde und Schutt ausgefüllt; darüber liegen Geschäftszimmer. *a* ist die Hauptkasse, *b* der Dokumentenraum, *c* die Handkasse, *d* die Buchhalterei, *e* die Packkammer und das Wächtergelaß und *f* das Zimmer des Rendanten. Eiserne Türen, welche durch Tapetentüren verblendet sind, schließen die Kassenräume nach dem Wächter- und Packzimmer, dem Rendantenzimmer und der Buchhalterei ab. Der Beobachtungsgang beginnt im Wächterzimmer und endet in der Buchhalterei. Äußere und innere Fenster sind stark vergittert. Die letzteren haben außerdem noch eiserne Läden, und ihre Sohlbänke liegen 2 m über dem Fußboden. Die Kassenräume sind stark überwölbt.

In den neueren englischen und nordamerikanischen Bankhäusern ist die Anordnung eines Beobachtungsganges um die oft sehr ausgedehnten Tresore sehr üblich.

Abbildungen der Grundrisse des Gebäudes der *Mercantile Trust & Deposit Co.* in Baltimore mit dieser Einrichtung finden sich in den unten angegebenen Quellen[73]).

Als Mauermaterial empfehlen sich für die Tresore, der Festigkeit und Feuersicherheit wegen, festeste Klinker oder gestampfter Zementbeton, wenn man nicht eine entsprechende Eigenschaften besitzende natürliche Steinart, wie Glimmer- 24. Tresorwände.

[72]) Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1882, S. 439 u. Bl. 56.

[73]) *American architect*, Bd. 17, Nr. 491 – und: *Moniteur des architectes* 1886, Pl. 16.

ſchiefer, Kieſelſandſtein, Trachyt etc. zur Verfügung hat. Die Mauern werden bei kleinen Anlagen $1^1/_2$ Stein, bei größeren 2 und mehr Stein ſtark gemacht und in Zementmörtel hergeſtellt. Als Zuſatz zur Miſchung des Betons werden beſonders harte und widerſtandsfähige Steine, wie Baſalt, genommen. Die Türöffnungen ſind in der früher angegebenen Weiſe zu verwahren (ſiehe Art. 5, S. 12).

Gewöhnlich wird die Öffnung mit zwei hintereinander liegenden Türen verſehen, und zwar entweder mit zwei Geldſchranktüren, von denen die innere dann mitunter als Schiebetür behandelt wird, oder mit nur einer äußeren Geldſchranktür, welche des bequemeren Verkehres wegen während der Geſchäftsſtunden in der Regel geöffnet bleibt, und einer inneren einfachen Eiſen- oder Gittertür (Fig. 67, 10 u. 39).

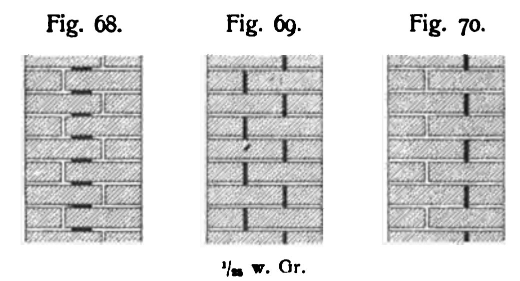
Fig. 67.

Treſortür von *Chubb*.

Hat der Treſor Fenſter, was häufig nicht der Fall iſt[74]), ſo müſſen dieſe in der früher ſchon angegebenen Weiſe durch ſtarke Gitter und durch Läden, welche den Kaſſenſchranktüren ähnlich konſtruiert ſind, verwahrt werden (ſiehe Fig. 43, S. 32). Die Verglaſung derſelben iſt in eiſerne Fenſterrahmen einzuſetzen.

Treſore für bedeutende Werte erhalten in oder an den Mauern noch beſondere Armierungen. Dieſe beſtehen entweder im Einlegen von Eiſen- oder Stahlſtäben in die Fugen des Mauerwerkes oder in einer Panzerung mit Gitterwerk, Eiſenbahnſchienen oder Platten.

α) Die einfachſte und billigſte, vielfach auch für praktiſch und ausreichend gehaltene Armierung beſteht im Einlegen von Flußeiſen- oder Flußſtahlſtäben von 65 mm Breite und 8 mm Dicke in die Lagerfugen oder in die der Länge nach durchlaufenden Zwiſchenfugen des Mauerwerkes.


Fig. 68. Fig. 69. Fig. 70.

1/25 w. Gr.

Die letztere Weiſe (Fig. 69) iſt die beſſere, weil die flach liegenden Schienen (Fig. 68) ſich leichter mit der Feile angreifen und auch eher auseinander biegen laſſen als die hochkantig geſtellten. Bei einer ſparſamen Ausführung kann wohl auch ein Stab um den anderen weggelaſſen werden (Fig. 70). Alsdann ſind aber die Schienen jedenfalls ſo hoch zu machen, wie Steindicke und Fugendicke zuſammen (alſo etwa 75 bis 80 mm). Auch mehrfache Lagen von Flachſchienen in einer Fuge ſind z. B. in der Dresdener Bank zu Dresden benutzt. (Siehe Teil IV, Halb-Band 2, Heft 2 [Abt. II, Abſchn. 2, B, Kap. 7, unter c] dieſes „Handbuches".)

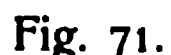
Die Schienen können an den Mauerecken durch Verſchraubung verbunden werden. Bei Verwendung von Stahl muß das Bohren der zugehörigen Löcher in der Fabrik erfolgen.

Der Preis für Eiſenſchienen iſt dem von Zug- oder Balkenankern faſt gleich; Stahl iſt ſelbſtverſtändlich teuerer.

Die Querſchnittsabmeſſungen der Schienen werden verſchieden angenommen. Bei der

[74]) Die Treſore von größeren Bankhäuſern haben mitunter Fenſter, ſo u. a. der Treſor der Deutſchen Reichsbank in Berlin und jener der Bank für Handel und Induſtrie in Darmſtadt. Solche Fenſter ſind faſt unentbehrlich, wenn die Beamten ſich längere Zeit in den Treſorräumen aufzuhalten haben.

Treſoranlage der Deutſchen Reichsbank in Berlin wurden in jeder Schicht des Mauerſteinverbandes hochkantig geſtellte Eiſenſchienen von 65 mm Breite und 13 mm Dicke eingelegt. Bei den Treſorwänden von *Arnheim* kommen gedrehte Kreuzeiſen zur Anwendung, welche in Zementbeton eingelegt ſind. (Siehe an der gleichen Stelle dieſes „Handbuches"). Werden dieſelben in Ziegelwänden benutzt, ſo müſſen dieſe eine Stärke von 45, bezw. 58 cm erhalten, weil die zur Einlage der Eiſen dienende Fuge eine Breite von 6 bis 7 cm haben muß und mit Zementmörtel ausgefüllt wird. Die Aktien-Geſellſchaft „Panzer" in Berlin verwendet dagegen Flacheiſen, einmal gedreht und nach Fig. 71 mit dem Mauerwerk verankert, dann aber auch mit einem ſchwach S-förmigen Profil (Fig. 72), um dadurch die Schwierigkeit des Anbohrens zu erhöhen.


Fig. 71.

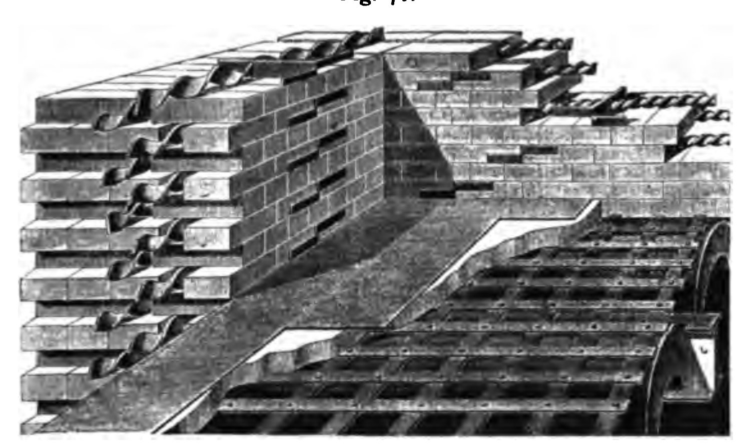
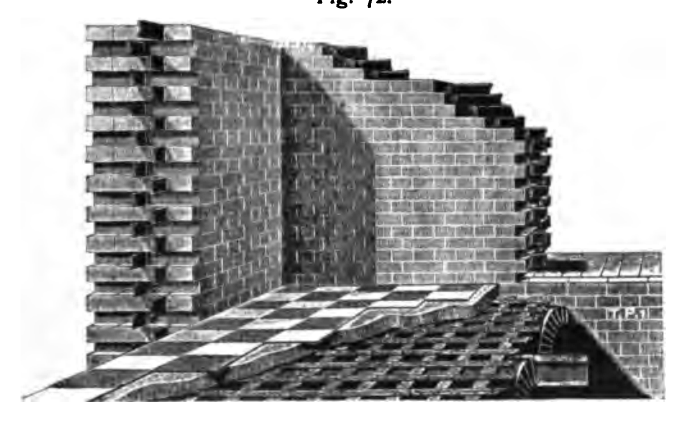


Fig. 72.



Armierung der Treſormauern.

β) Häufig kommt jetzt eine Gitterpanzerung aus ſich kreuzenden, vernieteten Flußſtahlſchienen zur Anwendung. Die Flacheiſen ſind 60 mm breit und 8 mm dick und bilden vernietet quadratiſche Maſchen von 100 mm Breite und Höhe. Die auf dieſe Weiſe hergeſtellten Gitterfelder werden entweder beim Aufführen des Mauerwerkes mit eingemauert oder, was des Mauerverbandes wegen vorzuziehen iſt, der Treſorraum wird mit ſolchen Maſchenfeldern innen ausgekleidet. Die einzelnen Gitterfelder werden hierbei an einem ſtarken Rahmen miteinander derart befeſtigt, daß gewiſſermaßen ein Käfig entſteht in der Größe und Form des Treſorraumes, der nur die eine Öffnung der Treſortür hat. Fig. 71 u. 72 zeigen ein ſolches Gitter-

werk über der Wölbung des Fußbodens im einzelnen, Fig. 73 die Anordnung bei Decken und Wänden in einem Trefor.

γ) Ebenfo häufig wird eine Panzerung mit Eifenblechen verwendet. Sie ift teuerer als die unter α und β aufgeführten Armierungen, hat aber den Vorteil, daß fie fchwerer als jene zu durchfeilen ift. Zu Gunften des Gitterwerkes fpricht der Umftand, daß begonnene Zerftörungsarbeiten des Mauerwerkes bald bemerkt werden müffen. Diefer Vorteil geht aber verloren, wenn an die Wände Geldfchränke geftellt oder, wie dies häufig vorkommt, an den Wänden Geftelle angebracht werden, deren Fächer zur Aufnahme von Kaffetten, Metallbarren oder Geldfäcken dienen. Stößt die Treforwand unmittelbar an ein Nachbargrundftück, fo ift nur durch Panzerung mit Verbundftahl eine gewiffe Sicherheit zu erwarten.

Die Verwendung von Stahl bei den drei befprochenen Konftruktionen macht diefelben wefentlich teuerer ohne entfprechende Erhöhung der Sicherheit, da weicher Stahl wie Eifen durchbohrt, Hartftahl aber wegen feiner Sprödigkeit zerbrochen werden kann.

δ) Sehr große Sicherheit ift zwar durch Panzerung mit dicht nebeneinander geftellten und feft miteinander verbundenen Eifenbahnftahlfchienen zu erzielen; doch werden diefe Schienen bei Feuersbrunft durch die Einwirkung der Glut wie Schraubenzieher gedreht und treiben dadurch das Mauerwerk auseinander; fie find deshalb als feuergefährlich zu bezeichnen.

ε) Ebenfalls fehr große Sicherheit erreicht man durch Panzerung mit *Siemens-Martin-* oder Verbundpanzerplatten, welche aus zufammengefchweißten oder zufammengenieteten Eifen- und Hartftahlblechen beftehen und daher die Zähigkeit des Eifens mit der Härte des Stahles vereinen. (Vergl. auch Art. 4, S. 8.)

Bei diefer Plattenpanzerung wird zunächft ein Gerippe aus Winkelftahl hergeftellt, welches genau der Größe und Form des Treforraumes entfpricht. An diefes Gerippe werden die Panzerplatten, etwa 1,00 m breit und 2,00 m lang, in der Weife befeftigt, daß das Loslöfen und Befeitigen derfelben von außen unmöglich ift. (Siehe hierüber auch Art. 5, S. 10.) Die Kanten der Panzerplatten müffen dabei fauber bearbeitet und gefchliffen fein, fo daß fie eine durchaus dichte Fuge bilden. Außerdem werden die Plattenftöße außen und innen noch mit Deckfchienen verfehen, fo daß fie gänzlich unangreifbar find. Auf diefe Weife wird ein an allen Seiten gefchloffener, nur mit der Türöffnung verfehener Kaften aus Panzerplatten hergeftellt, welcher in den Ecken noch durch befonders zufammengefchweißte Eckkappen verftärkt ift. Die zur Verwendung kommenden *Siemens-Martin-* oder Compoundpanzerplatten haben Stärken von 6,5 oder 10,0 mm. Wie in Fig. 11 u. 12 (S. 10) zu fehen war, werden bei diefer Verbindung lange und kurze Verbindungsfchrauben abwechfelnd benutzt; die kleinen Schrauben verbinden die Panzerplatten mit der äußeren Deckfchiene und können, da ihre Köpfe auf der inneren Schiene auffitzen, von außen nicht zurückgedreht werden; die großen Schrauben verbinden die innere Deckfchiene mit der Panzerplatte und der äußeren Deckfchiene. Durch die wechfelnde, unregelmäßige Verwendung beider Sorten, welche von außen nicht zu unterfcheiden find, ift das Befeitigen diefer Panzerfchrauben faft unmöglich. Nimmt man die Außenlafche mindeftens 13 mm ftark, fo reichen die Verbindungsfchrauben nicht durch diefe äußere, abgefchrägte Deckfchiene durch, und demgemäß ift überhaupt von außen keine Verbindungsfchraube zu fehen (Fig. 74). Zum Überfluß werden auch bei diefer Verbindung große und kleine Schrauben verwendet.

Mitunter ift eine Seite des Panzerraumes infolge fortwährender Bewachung, befonders ftarken Mauerwerkes oder anderer günftiger Umftände weniger gefährdet als diejenige anderen Seiten. Dann empfiehlt es fich, gemifchte Panzerung zu verwenden, d. h. für die gefährdeten Stellen ftarke und für die weniger gefährdeten fchwächere Panzerung.

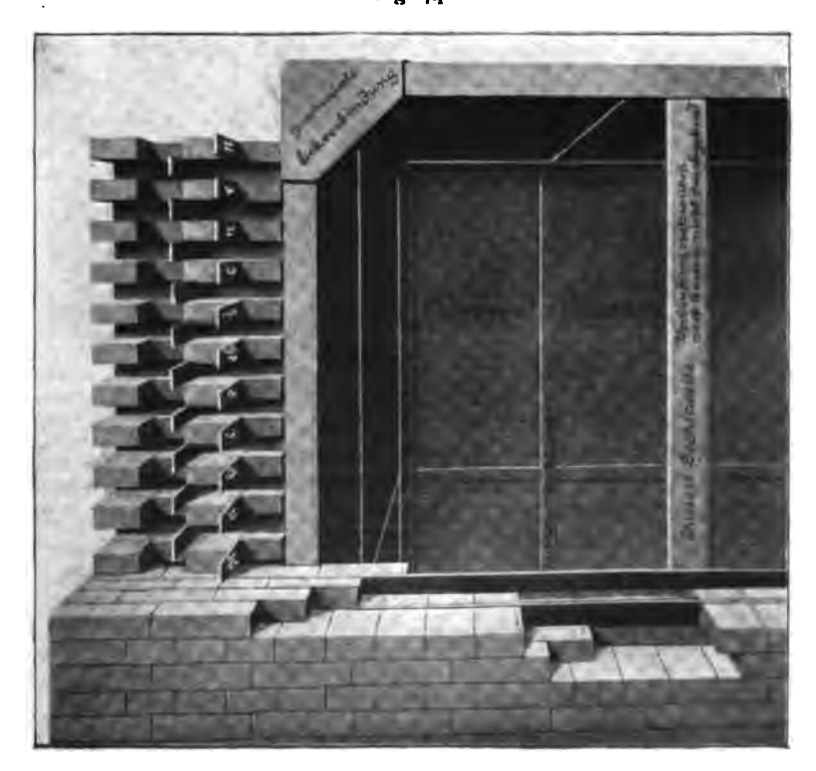
In Fig. 74 ift die Verbindung der Panzerplatten zu einer folchen Wand dargeftellt, bei welcher die Verbindungsfchrauben nicht nach außen durchgehen. Dadurch, daß man Fußboden, Wände und Decke mit derartigen Panzerplatten, die Wände außerdem mit Stahlfchienen, Decke und Fußboden aber mit Stahlgitter-

Fig. 73.



Armierung eines Trefors mit Gitterwerk.

Fig. 74.



Mit Panzerplatten armierter Trefor.

panzerung und Betonſchicht bekleidet, kann man, wie in Fig. 75 verdeutlicht, die denkbar größte Einbruchsſicherheit erreichen.

In Amerika verringert man mitunter die Koſten dieſer ſehr teueren und ſchwierig herzuſtellenden Konſtruktion dadurch, daß man auf dem Eiſenblech ein Netzwerk von Stahlſtäben mit etwa 16 cm Maſchenweite anbringt.

Zur Erhöhung der Dauer der Armierungen dürfte eine Verzinkung aller Eiſenteile ſehr zweckmäßig ſein. Nur wo das Eiſen von Zement umhüllt wird, bleibt die Verzinkung beſſer fort.

Die Beſchreibung und Abbildung einer älteren Panzerung eines Kaſſenzimmers findet ſich in der unten angegebenen Quelle[75]). Das betreffende Gemach iſt 3,80 m lang, 2,22 m breit und 2,53 m hoch und beſteht aus einem aus drei Teilen zuſammengenieteten waſſerdichten Behältnis aus 4,4 mm dickem, verzinktem Eiſenblech, welches in 315 mm ſtarke Mauern eingeſetzt iſt und mit der Kaſſenſchranktür, aber ohne Mauerwerk, 1600 Gulden ö. W. gekoſtet hat (1865).

Fig. 75.



Querſchnitt eines gepanzerten und armierten Treſors.

Nach Angaben von *S. J. Arnheim* in Berlin, welcher ſchon ſehr viele Treſoreinrichtungen geliefert hat, koſtet (1882) eine Gitterpanzerung aus Eiſenſtäben von 39×10 mm Stärke und 100 mm Maſchenweite (einſchl. Befeſtigungseiſen und Dübel) für 1 qm 24 Mark; eine Eiſenblechpanzerung (einſchl. Befeſtigung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 40, 47 und 54 Mark; eine Panzerung mit Patentpanzerplatten (einſchl. Befeſtigungsſchienen und Verbindung) von 5, 6 und 7 mm Stärke bezw. 75, 87,5 und 100 Mark.

Die ſog. Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutſchen Bank, in welcher unter Mitverſchluß der Inhaber gegen Miete in Wandkaſten (*Safes*) Wertpapiere aufbewahrt werden, hat ungefähr 10,50 m Länge und 3,50 m Breite und iſt auf der Innenſeite mit den unter 8 erwähnten Eiſenbahnſtahlſchienen gepanzert. Die Mauern ſind in Zementmörtel 50, bezw. 70 cm ſtark aufgeführt und ebenfalls mit Stahlſchienen durchſetzt. Die Stahlkammer wurde 1888 nach *Haller's* Angaben hergeſtellt und liegt mit einer Langſeite an der Nachbargrenze.

[75]) Zeitſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1866, S. 248.

Der von *Chubb & Son* für die *National Bank of Scotland* in Edinburgh 1885 konstruierte Tresor[76]) hat Panzerplatten, die aus weichem und hartem Stahl zusammengesetzt und von einer starken Betonmauer umschlossen sind. Der Tresorraum ist 15,25 m lang, 4,27 m weit und in drei Abteilungen geschieden, von denen jede durch eine Tür (1,016 m breit, 2,115 m hoch und 0,178 m dick) zugänglich ist. Die Türen haben je 20 von den in Art. 12 (S. 28) erwähnten Diagonalriegeln, und jede wiegt ungefähr 1,5 t. Hinter denselben sind selbstschließende Gittertüren angeordnet. Die Scheidewände sind nach Art derjenigen der Kassenschränke mit einer die Wärme schlecht leitenden Füllung hergestellt und sind 10,0 bis 12,5 cm dick. Sie haben für gewöhnlich geschlossene, kleine feuersichere Türen (oder besser Mannlöcher), durch welche man im Notfalle aus einer Abteilung in die andere gelangen kann. Das Eisenwerk wiegt zusammen 100 t. Der Tresor ist von einem Beobachtungsgang umzogen.

ζ) Der Vollständigkeit wegen sei hier noch die von *M. Mc Lean* erfundene Sicherung der Wände von Tresoren oder Gefängniszellen erwähnt, welche aus einem in oder auf der Wand angebrachten Netzwerk von Wasserrohren besteht[77]).

Die Rohre durchkreuzen sich rechtwinkelig in Abständen von etwa 25 cm. Vier derselben müssen durchschnitten werden, um das Durchdringen der Wand zu ermöglichen. Der Einbruch verrät sich also durch eine Überschwemmung, sowie durch Druckverminderung in dem im Wächterzimmer angebrachten Druckmesser. Dieses Röhrennetzwerk kann auch für Decken und Fenstergitter angewendet werden.

Die Tresorräume sind mit starken Gewölben oder Betonmauerwerk über starken eisernen Trägern zu überdecken. Gewöhnlich wird, wie aus Fig. 75 hervorgeht, beides angewendet. Bei kleinen Tresors genügt eine Gewölbedicke von 25 cm; bei wichtigeren Anlagen ist jedoch diese Dicke zu vergrößern. Darüber folgt dann eine mindestens 35 cm dicke Sandschicht, um bei Bränden die Hitze abzuhalten und auch die Wucht der Stöße einstürzender Bauteile zu vermindern. Diese Sandbeschüttung ist bei Verwendung einer Betonüberdeckung überflüssig. 25. Tresordecken.

Eine Armierung kann, wie bei den Wänden, durch Einlegen von Eisenschienen in den Wölbverband, bezw. die Rollschichten, oder durch eine der bei den Wänden ausgeführten Panzerungen erfolgen. Ist die Wölbung über eisernen Trägern ausgeführt, so verwendet man wohl auch zur Panzerung gebogene Platten oder bombierte Wellbleche oder Gitter, die ihr Auflager auf den Trägerflanschen finden, Konstruktionen, die jedoch nur eine geringe Sicherheit gewähren.

Bei der in Art. 24 erwähnten Stahlkammer der Hamburger Filiale der Deutschen Bank ist die Decke den Wänden ähnlich hergestellt, d. h. sie besteht aus dicht nebeneinander gelegten und gut verbundenen Eisenbahnstahlschienen, überdeckt mit einer 70 cm starken Betonschicht.

Die Decke über dem Schatzraum für Wertpapiere *(Salle des titres)* des neuen Rathauses in Paris ist gegen Einbruch mittels Durchstemmen durch ein an ihrer Unterseite angebrachtes Gitter geschützt. Die Decke besteht aus Kappen, zwischen I-Trägern gewölbt, die auf 3,56 m voneinander entfernten Blechträgern ruhen. Auf der unteren Gurtung der letzteren finden ⊥-Eisen ihr Auflager, die ihrerseits dreimal durch hochkantig gelegte Flacheisen verbunden sind, welche die 27 × 22 mm starken und etwa 15 cm voneinander entfernten Vierkanteisen des Gitters tragen. Dieses ist mit Stuck ausgestakt und bündig mit der Unterkante der Hauptträger verputzt[78]).

Auf die Gefahr der Unterminierung der Tresore und auf einige Abwehrmittel gegen dieselbe wurde schon in Art. 23 (S. 43) aufmerksam gemacht. Zu diesen hat nun noch sehr sorgfältige und feste Ausführung zu treten. Eine starke Zementbetonschicht und ein Belag mit mehreren Klinkerschichten oder mit Granit- oder Eisenplatten wird bei im Kellergeschoß gelegenen Tresoren in der Regel genügen. 26. Tresorfußböden.

Bei der Deutschen Reichsbank in Berlin hielt man einen Belag mit starken Granitplatten wegen der hohen Lage des Grundwasserstandes, welcher eine Unterminierung erschweren würde, für ausreichend. Allerdings setzt dies voraus, daß der Grundwasserstand im Lauf der Zeit nicht sinkt.

Bei der im Kellergeschoß gelegenen, in Art. 24 u. 25 schon besprochenen Stahlkammer in

[76]) Nach: *Builder*, Bd. 49, S. 373 – und: *American architect*, Bd. 18, S. 188.

[77]) Siehe: Baugwksztg. 1883, S. 546 (nach: *Scientific American*).

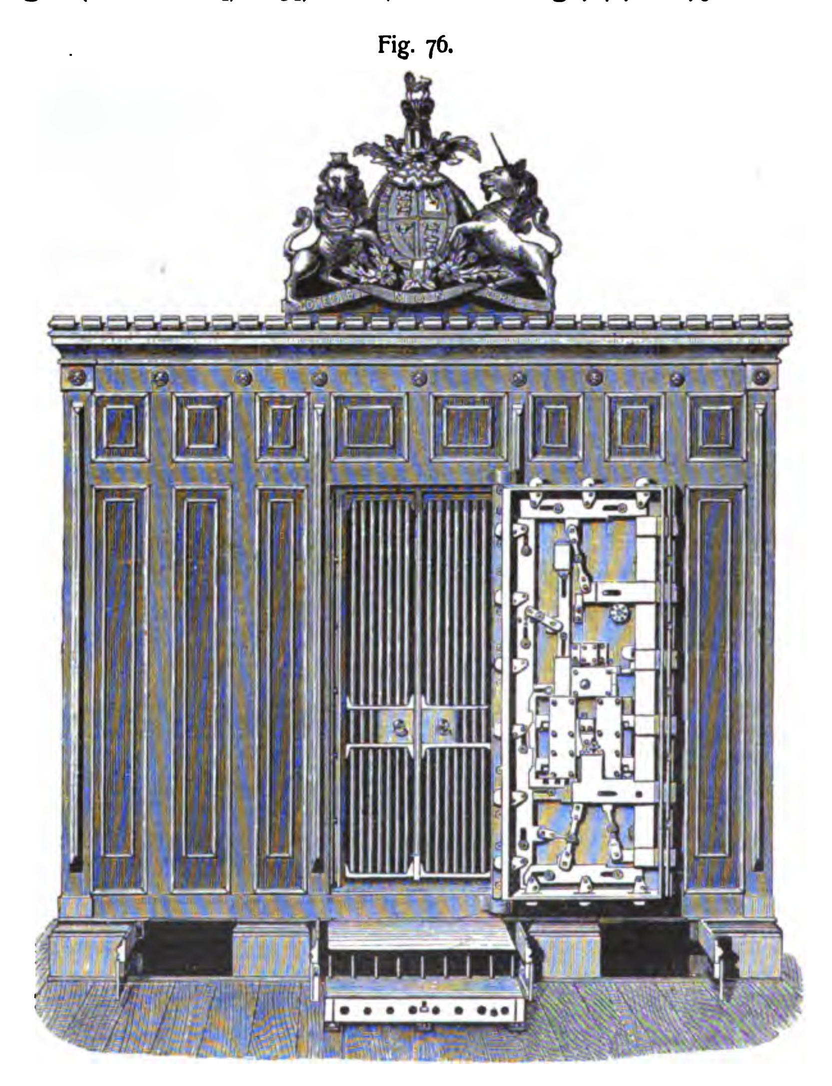
[78]) Nach: CONTAG, M. Neuere Eisenkonstruktionen des Hochbaues in Belgien und Frankreich. Berlin 1889. S. 17.

Hamburg besteht der Fußboden aus starken Eisenplatten, welche auf einer ungefähr 2,50 m mächtigen und bis auf den immerwährenden Grundwasserstand hinabreichenden Betonschicht ruhen.

Liegt der Tresor im Erdgeschoß oder in einem oberen Stockwerke, so müssen, wenn eine Ausfüllung der unter ihm befindlichen Räume nicht beliebt wird, unter demselben starke Gewölbe angeordnet werden, welche der größeren Feuersicherheit wegen ohne Anwendung von Eisenträgern auszuführen sind.

Zu diesen Konstruktionen können noch die bei den Wänden besprochenen Armierungen (siehe Art. 24, S. 44) treten, welche in Fig. 71, 72 u. 75 verdeutlicht sind.

Fig. 76.



Geldschrankartiger Tresor [79]).

2) Geldschrankartige Tresore.

27. Beschreibung.

In England sind mehrfach an Stelle der gemauerten Tresore solche zur Anwendung gekommen, welche sich von den Geldschränken nur durch die Größe unterscheiden. Sie werden in schon an und für sich sicheren Räumen aufgebaut und können bei geschickter Aufstellung leicht ringsum beaufsichtigt werden. Stehen

[79]) Fakf.-Repr. nach: *Stummer*'s Ing., Bd. 4, S 247.

ſie über dem Kellergeſchoß, ſo ſind wegen des großen Gewichtes derſelben ſehr ſtarke Unterbauten notwendig. Auch bei ihnen hält man häufig einen niedrigen Hohlraum unter dem Plattenboden für erforderlich. Im Inneren bilden dieſe Treſore entweder einen einzigen Raum, oder ſie werden in einzelne hintereinander gelegene Abteilungen zerlegt.

Ein in London von *Chubb & Son*[80]) für ein Bankgeſchäft konſtruierter Treſor (engl. *Strong-room*) iſt 6,10 m lang, 3,66 m breit, 2,74 m hoch und wiegt nahe an 23,5 t. Er enthält drei Räume: zunächſt einen Vorraum, in welchem mehrere Eiſenkaſſen aufgeſtellt ſind, und zwei ſtärker gebaute Abteilungen, von denen die erſte zur Aufnahme von gemünztem Gold und Metallbarren dient, während die dritte, geräumigſte Abteilung an den Wänden eiſerne Geſtelle mit Fächern zum Unterbringen von Kaſſetten hat. Ein beſonderer, eigens verſchließbarer Teil dieſer Fächer iſt zur Aufbewahrung von Juwelen und beſonderen Werten beſtimmt. Die Haupttür iſt aus Schweißeiſen und Stahl hergeſtellt und wiegt etwa 1 t; ſie wird mittels zweier *Chubb*-Schlöſſer abgeſperrt. Bei Tage bleibt dieſe Kaſſentür offen, und eine eiſerne Jalouſietür vermittelt die nötige Lüftung des inneren Kaſſenraumes. – Mit Rückſicht auf den Transport iſt das ganze Kaſſenzimmer in einzelne Stücke zerlegbar, welche jedoch alle von innen heraus zuſammengeſetzt werden, ſo daß an der äußeren Wandfläche weder Schrauben, noch Niete hervortreten, und alle Platten übergreifen ſich dergeſtalt, daß keine einzige Fuge durch die ganze Wanddicke geht. Eine Koſtenangabe iſt in der Quelle nicht enthalten.

Ein anderes feuerfeſtes und einbruchſicheres Kaſſenzimmer iſt von *Hobbs, Hart & Co.* in London konſtruiert worden; dasſelbe iſt 4,27 m breit, 2,29 m tief und 3,66 m hoch. Fig. 76[79]) zeigt eine äußere Anſicht dieſes Kaſſenzimmers, welches nahezu 35 t wiegt und 2500 £ gekoſtet hat. Es iſt aus 62 einzelnen Teilen mit der größten Genauigkeit zuſammengeſetzt und hat doppelte Wände (Fig. 77), von denen die innere die feuerſichere, die äußere die einbruchſichere Wand genannt werden kann. Zwiſchen dieſen beiden Wänden iſt ein Luftraum zur Erhöhung der Feuerſicherheit frei gelaſſen. Unter dem Treſor iſt ein gut zuſammengefügter Boden aus 16 mm ſtarken Eiſenplatten, auf welchem die Träger für das eigentliche Kaſſenzimmer aufruhen, ſo daß zwiſchen ihnen ein Hohlraum entſteht, der das Unterminieren verhindern ſoll. Dieſer Hohlraum iſt nach vorn mit Türen verſehen. – Die Haupttür hat verſchiedene Schlöſſer, deren Schlüſſel permutierbare Bärte haben. Die Schlöſſer werden von außen durch eine einfache Vorrichtung vollſtändig gedeckt, um das Aufſprengen mit Pulver oder Dynamit zu verhindern. Hinter dieſer Tür iſt zur Benutzung während des Tages eine Gittertür vorhanden. – Die äußeren Wände beſtehen aus 16 mm dicken Staffordſhire-Eiſenblechen, die mit ſehr kohlenſtoffreichen Stahlplatten verkleidet ſind, welche ſich ohne vorheriges Erhitzen nicht anbohren laſſen.

Fig. 77.

Ein ähnliches einbruchſicheres Gemach iſt für *Windſor Caſtle* zur Aufbewahrung der Juwelen der Königin von England angefertigt worden.

Ein in New-York für die Haſſau-Bank hergeſtellter Treſor iſt 10,68 m lang, 6,71 m breit und ungefähr 3,65 m hoch. Seine Wände beſtehen aus zwei Panzern von Chromſtahlplatten (vergl. Art. 4, S. 8) mit einer 23 cm dicken Zwiſchenlage von einer Art feuerfeſtem Zement (Franklinit[81]).

Ebenfalls von ſehr großer Ausdehnung ſind die Treſore *The Chancery — Lane Safe Depoſit* zu London. In einem großen, erſt nach verſchiedenen Umſtändlichkeiten erreichbaren inneren Raume *(Safe-veſtibule)* ſind außer einem Treſor für Aufbewahrung von Silbergeſchirr und einem ſolchen für Geldkaſten, die nur über Nacht aufgehoben werden ſollen, noch vier Treſore aufgeſtellt, in welchen zur Verwahrung von Dokumenten und anderen Wertpapieren 5000 Einzelabteilungen angebracht ſind. Dieſe letzteren Treſore haben ein Geſamtgewicht von 500 t, und jede der Türen derſelben wiegt 2 t. Dieſe Türen beſitzen ein mechaniſches Uhrwerk (ſiehe Art. 11, S. 26), welches das Öffnen nur zu gewiſſen Stunden geſtattet, ſo daß auch die Schlüſſelbeſitzer außer der Geſchäftszeit nicht in das Innere gelangen können. Die Wände ſind aus Keſſelblech mit Stahlblecheinlagen hergeſtellt und ſollen außerordentlich ſtark ſein. Das Innere wird durch elektriſches Licht beleuchtet; doch iſt zur Aushilfe auch Gasbeleuchtung vorgeſehen. Die Treſore ruhen auf eiſernen Säulen der unter ihnen befindlichen gewölbten Räume und ſind vollſtändig von allen Mauern getrennt, ſo daß

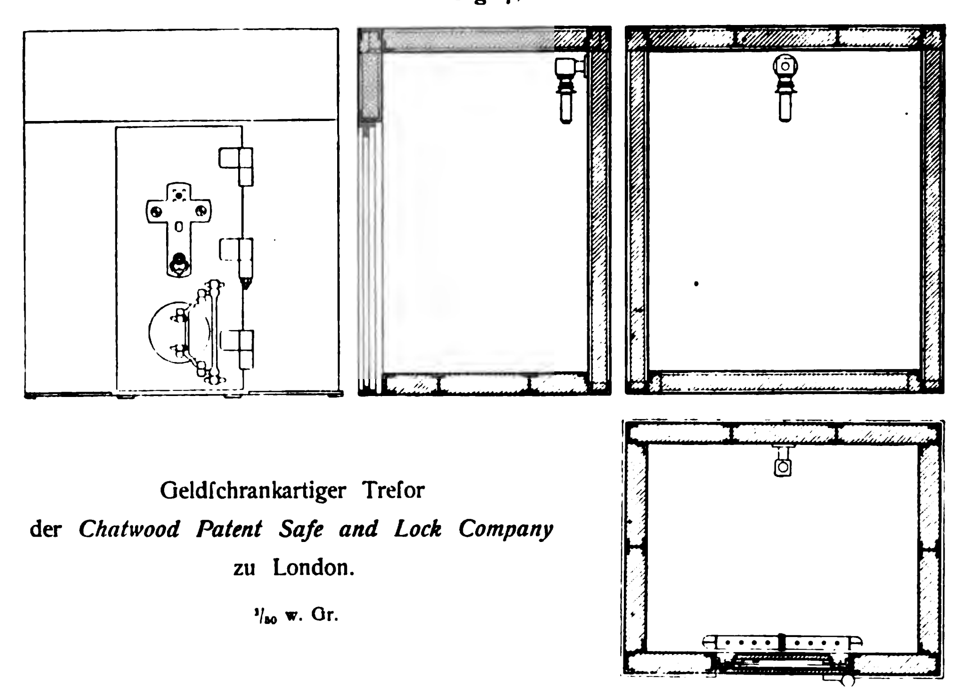
80) Siehe: *Engineer*, Bd. 42, S. 343 – und: Polyt. Journ., Bd. 223, S. 108.

81) Siehe: Baugwksztg. 1883, S. 13.

ſie in der Nacht ringsum, von unten und oben bewacht werden können. Sie wurden 1885 von *Meſſrs. Milner* ausgeführt[82]).

Fig. 78 zeigt einen kleineren geldſchrankartigen Treſor, welcher auf der Ausſtellung in Mancheſter (1887) von der *Chatwood Patent Safe and Lock Company* zu London ausgeſtellt war, in Anſicht, Querſchnitt, Längenſchnitt und Grundriß. Die äußeren Abmeſſungen ſind 1,676 m Breite, 2,134 m Länge und 2,488 m Höhe. Wände, Boden und Decke ſind gleichartig aus Stahlplatten hergeſtellt, welche an ſtählerne I- und L-Schienen genietet ſind. Die Tür hat eine aus weichem und hartem Stahl angefertigte Panzerplatte. Die Herſtellung derſelben erfolgte in der Weiſe, daß zwei Platten von Stahl mit geringem Kohlenſtoffgehalt mit einer zwiſchen ihnen befindlichen von hohem Kohlenſtoffgehalt zuſammengeſchweißt und dann ausgewalzt wurden. Nachher fand erſt die Härtung ſtatt. (Über ſolche Platten vergl. Art. 4, S. 8.) Die Hohlräume der Wände ſind mit einer Maſſe ausgefüllt, welche beim Erhitzen Kriſtalliſationswaſſer abgibt, das verdampft und die durch

Fig. 78.



Geldſchrankartiger Treſor
der *Chatwood Patent Safe and Lock Company*
zu London.

1/80 w. Gr.

den äußeren Panzer eingedrungene Hitze am Vordringen in das Innere des Treſors abhalten ſoll. Die Tür hat in ihrer unteren Hälfte eine beſonders verſchloſſene Öffnung (Mannloch), welche nur im Notfalle benutzt werden ſoll, wenn der Türſchlüſſel verloren worden ſein ſollte. Sie kann nur mit einem beſonderen, an einem ſicheren Orte aufzubewahrenden Schlüſſel geöffnet werden, nachdem vier an der Tür befindliche Zifferblätter auf gewiſſe Buchſtaben, die beliebig verändert werden können, eingeſtellt worden ſind. Das Innere des Treſors iſt mit Gas beleuchtet[83]).

Zur Bildung der Wände könnte wohl auch die von *E. de Limon* in Düſſeldorf vorgeſchlagene Panzerung aus ungleichmäßig gehärteten und zuſammengenieteten Stahlwellblechen, welche in den Wellen gegeneinander verſchoben ſind, Verwendung finden. Die Hohlräume ſollen mit ſchlechten Wärmeleitern ausgefüllt werden[84]).

Fig. 79 zeigt eine freiſtehende, von der Aktien-Geſellſchaft „Panzer“ aus ſtärkſten Verbundſtahlplatten hergeſtellte freiſtehende Stahlkammer. Zwei Türen führen hinein, die eine zum *Safe*-Treſor, die andere zum Bankeffekten-Treſor. Die Ausführung iſt gleich der in Art. 5 (S. 10) beſchriebenen für Geldſpinden. Kann ein ſolcher Treſor nicht in einem feuerſicheren Raume ganz frei ſtehen, ſo muß er nach Fig. 80 durch eine Umhüllung mit Zementbeton feuerſicher gemacht werden. Die ringsum freiſtehenden Wände geſtatten die ſchärfſte Kontrolle.

82) Nach: *Builder*, Bd. 48, S. 671.
83) Nach: *Engng.*, Bd. 44, S. 574.
84) Siehe: Schweiz. Gewbbl. 1878, S. 240.

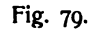
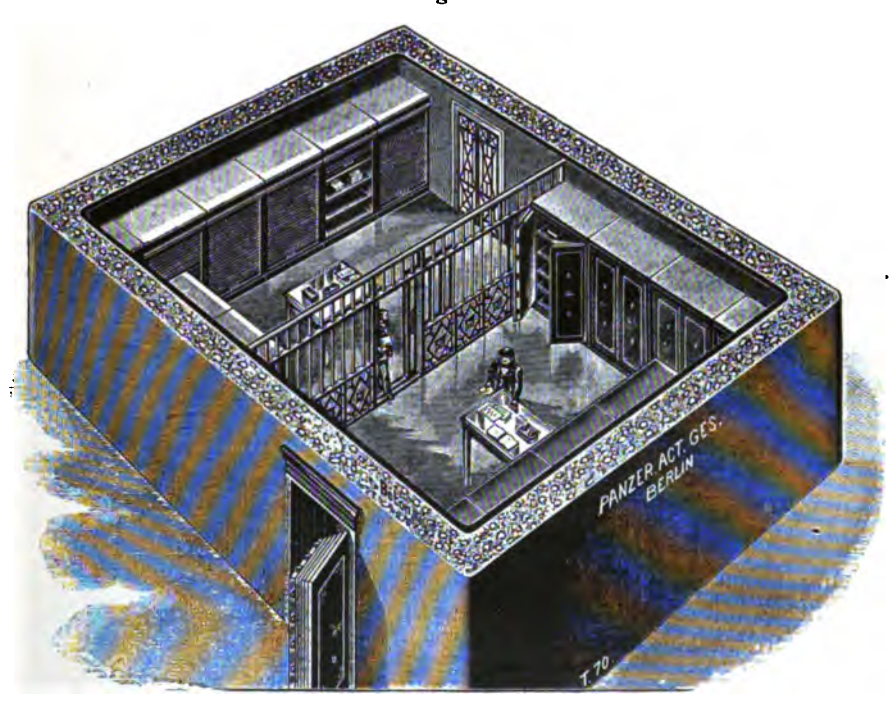


Fig. 79.



Freistehende Stahlkammer.

Fig. 80.



Feuersichere freistehende Stahlkammer.

d) Beleuchtung.

28. Verschiedenartigkeit.

Auch die Art der Beleuchtung kann nicht nur mit der Feuer-, sondern auch der Einbruchsicherheit eines Tresors in gewisser Verbindung stehen. In Betracht kommen hierbei Kerzen-, Petroleumlicht, Gas- und elektrische Beleuchtung. Kerzenlicht ist insofern nicht gefährlich, als man Halter oder Leuchter mit so großen Metallmanschetten versehen kann, daß Kerzen, welche man auszulöschen vergessen hat, ruhig zu Ende brennen können. Beleuchtung mit Petroleumlampen ist deshalb nicht anzuraten, weil beim Umwerfen einer Lampe eine Explosions- und

Feuersgefahr hervorgerufen wird. Statt deſſen wäre die Benutzung von Rüböl weſentlich ungefährlicher.

Gasrohre führt man nur höchſt ungern in Treſore ein. Bei kleinen Räumen dürfte es in den meiſten Fällen genügen, an der Tür einen drehbaren, ſo langen Gasarm anzubringen, daß er nach dem Öffnen der erſteren noch etwas in den Raum hineinreicht. Vor dem Schließen der Tür muß er nach außen zurückgedreht werden. Im Raume ſelbſt befindliche Rohre bringen natürlich eine Exploſionsgefahr mit ſich. Um dieſe zu beſeitigen, muß man über oder in möglichſter Nähe des Gasauslaſſes einen kleinen Abzugskanal anbringen, welcher in ein warmes Lüftungsrohr mündet; derſelbe muß in Zementmauerwerk ausgeführt und mindeſtens 50 cm lang ſein, darf aber keinen größeren Durchmeſſer als 7 cm erhalten. Er muß ſeine Richtung mehrmals ändern, und es iſt auch bei ſeiner Anlage zu beachten, daß in keiner Weiſe brennbare oder Exploſivkörper durch ihn in den Treſor geworfen werden können.

Bei ſolchen Stahlkammern, welche in größeren Banken auch als Arbeitsraum dienen müſſen und welche keine Fenſter, alſo nicht die Möglichkeit einer Lüftung haben, kann ein ſolches Rohr auch hierfür benutzt werden; doch iſt dann das Einführen in ein irgendwie erwärmtes Rohr für eine gute Wirkſamkeit um ſo notwendiger.

Bei Anwendung von elektriſcher Beleuchtung kann weniger Kurzſchluß als ein plötzliches Erlöſchen der Lampen gefahrbringend ſein. Um dieſe zu verhindern, iſt die Verwendung von Akkumulatoren anzuraten.

e) Bewegliche Kaſſenſchränke und Vortreſore.

29. Einrichtung. Schon dadurch, daß der Treſor neben der feuer- und diebesſicheren Tür noch mit einer einfachen, verſchließbaren Gittertür verſehen iſt, ſucht man den Verkehr zu erleichtern, weil es nicht möglich iſt, wegen Unterbringung oder Herbeiſchaffung jedes koſtbaren Dokuments in umſtändlicher Weiſe die Treſortür zu öffnen. Bei größeren Banken benutzt man aus demſelben Grunde bewegliche, auf Rädern ruhende Kaſſenſchränke, wie in Fig. 81 dargeſtellt, welche wie die anderen aus Verbundſtahlblech ausgeführt ſind. Die Tür iſt ebenfalls mit treppenartigen Abſtufungen, außerdem aber noch mit einer Exzenterhebelvorrichtung verſehen, um ſie vollkommen luftdicht einpreſſen zu können. Auf dem Räderwerk läßt ſich dieſer Schrank bequem in das Panzergewölbe hinein- und daraus herausſchieben.

Fig. 81.

Beweglicher Kaſſenſchrank.

Noch zweckmäßiger iſt die Anordnung von Vortreſoren, bei welchen vorzugsweiſe die Feuerſicherheit, weniger die Einbruchsſicherheit ins Auge zu faſſen iſt.

Bei der Reichsbank in Berlin iſt zum Abſchluß ſeitens der Firma *Bernhardt & Co.* in Berlin eine ähnliche Anordnung getroffen worden, wie ſie bereits in Teil III, Band 3, Heft 1 (2. Aufl., Art. 493,

S. 190) dieses „Handbuches“ beschrieben wurde. Dieselbe ermöglicht, die gesamte Abteilung zu gleicher Zeit nach außen mittels Wellblechläden abzuschließen, welche durch Öffnen eines Hahnes der Wasserleitung in Bewegung gesetzt werden.

Dient ein Vortresor als Sammelpunkt für eine Anzahl sich anschließender Einzeltresore, so wird vielfach die Vorsicht gebraucht, daß nur dann ein solcher Einzeltresor geöffnet werden kann, wenn alle übrigen geschlossen sind. Dieses Schließen geschieht mittels elektrischen Kontaktes, welcher nur von einem Zentralpunkte aus freigegeben werden kann.

f) Sicherung durch Meldevorrichtungen.

In Art. 1 (S. 1) wurde bereits darauf hingewiesen, daß vollständige Sicherheit gegen unbefugte Eingriffe auf das Eigentum auch bei sinnreichster und bester Konstruktion der Sicherheitsvorrichtungen nur durch sorgfältige und unermüdliche Überwachung erzielt werden könne und daß es Sache der Technik sei, diese Überwachung zu erleichtern. Wesentliche Hilfsmittel zu diesem Zwecke sind die Meldevorrichtungen, auch Signal- und Alarmvorrichtungen genannt. (Siehe darüber auch Teil III, Band 3, Heft 1 [2. Aufl.: Art. 398 u. 399, S. 324 u. 325] dieses „Handbuches“.) 30. Allgemeines.

In der Regel sollen dieselben durch Geräusch den Bewachenden darauf aufmerksam machen, sobald ein bestimmter Verschluß geöffnet oder an gewisse Gegenstände von Unbefugten herangetreten wird.

Diese Signale werden entweder durch mechanische oder elektrische Vorrichtungen hervorgebracht.

Bei den großen Fortschritten in der Anwendung der Elektrizität ist namentlich der letztere Weg der bevorzugtere und zweckmäßigere. Da aber die elektrischen Haustelegraphen an anderer Stelle (Teil III, Band 3, Heft 2 dieses „Handbuches“, Abt. IV, Abschn. 2, C) behandelt werden, so können wir uns hier auf einige Bemerkungen über die verschiedenen Arten der Meldevorrichtungen beschränken.

Eine sehr verbreitete Einrichtung ist die der Anbringung von Glocken an den Türen, welche durch deren Öffnen und Schließen zum Erklingen gebracht werden. 31. Arten der Meldevorrichtungen.

Gewöhnlich begnügt man sich mit einem einzelnen Glockenton, namentlich in Geschäftsräumen, in denen ein anhaltender Verkehr stattfindet. In anderen Fällen ist es aber erwünscht, daß das Klingeln während der ganzen Zeit des Offenstehens der Tür fortdauert, oder, wenn wirkliche Sicherheit gegen das Eindringen von unberechtigten Personen geboten sein soll, daß das Klingeln auch noch nach dem Wiederschließen nicht aufhört. Alle diese Einrichtungen sind mit Hilfe des elektrischen Stromes leicht herzustellen, während die mechanischen Vorkehrungen, besonders wenn das Klingeln fortdauern soll, bis es abgestellt wird, umständlich sind und das Anbringen von Uhrwerken erfordern.

Von den hierher gehörigen mechanischen Apparaten mag ein in unten angegebener Quelle[85]) beschriebener erwähnt werden, welcher durch Vorkehrungen im Türschloß den Eintritt oder Austritt einer Person durch verschiedene Glockensignale kenntlich macht und sich durch Anbringen von zwei Doppelglocken dahin erweitern läßt, daß das Erkennen des Öffnens und Schließens von außen oder innen durch vier verschiedene Signale möglich wird.

Ebendaselbst[86]) wird auf eine in der Bremer Gegend angewendete Konstruktion aufmerksam gemacht, bei welcher am Türriegel ein bogenförmiger Eisenstab befestigt ist, welcher 5 bis 6 Glocken

[85]) Deutsche Bauz. 1875, S. 113.
[86]) Deutsche Bauz. 1875, S. 411.



von ungleicher Größe trägt. Eine an der Tür angebrachte Feder ſtreift beim Auf- und Zugehen die Glocken der Reihe nach. An der mit umgekehrter Reihenfolge der Töne entſtehenden Tonleiter iſt leicht zu erkennen, ob die Tür zum Öffnen oder Schließen in Bewegung geſetzt iſt, und ebenſo iſt erkennbar, ob die Tür in halb geöffnetem Zuſtande gelaſſen wird.

Hierher gehören auch der „Elektriſche Türkontakt mit ſelbſttätiger Aus- und Einſchaltung" von *H. Barchewitz* in Breslau [87]) und die Vorrichtung von *H. Haack & M. Haack* in Bramfeld [88]) für Türen, welche je nach ihrer Schwingungsrichtung verſchiedene Töne durch eine Glocke und eine Saite geben.

An den Fenſtern können ähnliche Vorkehrungen getroffen werden.

Außer den bisher erwähnten Einrichtungen, die fortwährend arbeiten ſollen, gibt es nun auch ſolche, welche nur zu gewiſſen Zeiten in Tätigkeit treten dürfen, um entweder durch ſtarke Geräuſche, wie Geläute oder Schüſſe, oder durch beides vereinigt Diebe oder Einbrecher zu verſcheuchen, oder um dieſen unbewußt den Eigentümer oder den Wächter zu benachrichtigen, bezw. im Schlafzimmer zu wecken.

Fig. 82.



Kontaktvorrichtung des Lärmapparates „Argus".

Die Einrichtungen erſterer Art beſtanden früher darin, daß beim Öffnen von Türen und Fenſtern Exploſionen von Knallpulver unmittelbar herbeigeführt wurden (ſog. Diebsſchrecker [89]), oder daß man dieſelben oder das Ertönen eines Geläutes mittelbar durch Berührung von ausgeſpannten Drähten herbeiführte (Schloß von *Wilkinſon* [90]) oder Vorrichtung von *Fickell* [91]).

Ein tragbarer Apparat mit Läutewerk iſt der von *H. Völtz* in Berlin [92]). Derſelbe wird gegen die Innenſeite der Tür gelehnt und ſtemmt ſich gegen den Fußboden. Er dient teils als unmittelbares Sperrmittel, teils wirkt er dadurch, daß beim Verſuch des Eintrittes ein ſtarkes Geräuſch vermittels eines Uhrwerkes hervorgebracht wird, ſolange der Druck auf dasſelbe dauert.

Ein tragbarer Klingelapparat, welchen Reiſende an den Drehknöpfen der Hoteltüren befeſtigen können, iſt derjenige von *Patterſon* [93]).

Jetzt werden ſolche Einrichtungen auch mit Hilfe der Elektrizität getroffen.

Hierher gehört die Sicherheitsvorrichtung für Geldſchränke von *Louis Rentzſch* [94]), welche aus einem in einen Rahmen geſpannten Netz von Telegraphendrähten beſteht, welches über den Schrank geſtellt oder daran befeſtigt wird. Um an den Schrank zu unbefugtem Öffnen gelangen zu können, muß unbedingt einer der Drähte zerſtört werden, wodurch eine an beliebiger Stelle anzubringende Lärmglocke in Tätigkeit geſetzt wird. Dieſe Einrichtung iſt auch für Türen und Fenſter anwendbar.

Verwandte Vorkehrungen ſind der „Kontakt für Alarmvorrichtung" von *J. F. Klentze & Co.* in Hamburg [95]) und die „Sicherheitsvorrichtung gegen Einbruch" von *Eduard Bettelheim* in Mailand [96]).

Meldevorrichtungen mit Glocke oder mit Schuß und Glocke, mit und ohne Hilfe der Elektrizität, ſind in neuerer Zeit mehrfach patentiert worden. Hier mögen als ſolche noch angeführt werden: *Welter*'s Schieß- und Läuteapparat zur Sicherung gegen Diebe [97]), *Bauer*'s elektriſche Sicher-

---

[87]) D. R.-P. Nr. 38304 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 118).
[88]) D. R.-P. Nr. 30215 (ebendaſ. 1885, S. 214).
[89]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 10, S. 511 – und: Schweiz. Gewbbl. 1880, S. 143.
[90]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 65, S. 288.
[91]) Siehe ebendaſ., Bd. 8, S. 48.
[92]) Siehe: Deutſche Bauz. 1875, S. 114.
[93]) Siehe: *Scient. American*, Bd. 37, S. 262. – Über hierher gehörige Apparate ſiehe auch: *Builder*, Bd. 44, S. 480.
[94]) Siehe: Polyt. Journ., Bd. 221, S. 483.
[95]) D. R.-P. Nr. 41617 (Auszüge a. d. Patentſchr. 1887, S. 894).
[96]) D. R.-P. Nr. 42504 (ebendaſ. 1888, S. 191).
[97]) D. R.-P. Nr. 1356.

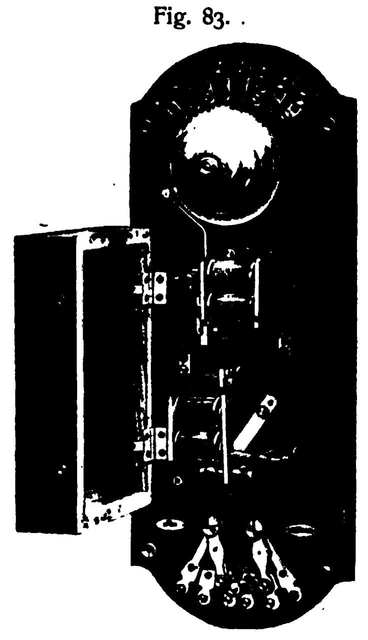
heitsvorrichtung für Haustüren und Fenster[98]), *Penckert's* Sicherheits-Türverschluß mit Schuß und Glocke[99]) und *Adolf Römheld's* selbsttätiger Signal- und Alarmapparat[100]).

Von den neueren Kassensicherungen wird besonders der patentierte Apparat „Argus" häufiger angewendet, den *Mix & Genest* in Berlin anfertigen.

Derselbe besteht aus einer Kontaktvorrichtung und einem Alarmwecker. Erstere enthält nach Fig. 82 ein Rohrpendel, welches in der arbeitsbereiten Stellung vor der Tür des Kassenschrankes hängt und mit einem Stift *a* gegen diese drückt. Auf der entgegengesetzten Seite befindet sich am Pendel ein Gewicht *p*, welches so verschoben werden kann, daß jener Stift, der lose in einem Röhrchen des Pendels geführt ist, mit genügender Kraft nach innen gedrückt wird, um zwei Blattfedern, welche sich innerhalb des Pendels befinden, derartig aufeinander zu drücken, daß sie dauernd Kontakt bilden. Sobald der Stift zu weit nach innen gedrückt ist, biegt sich die eine Feder durch und unterbricht den Kontakt; letzteres geschieht gleichfalls, wenn der Stift infolge Abhebens des um die Achse *x* drehbaren Pendels von der Tür weiter heraustritt.

Die in einem anderen Raume aufzustellende Lärmvorrichtung (Fig. 83) ist zum Teile in einem besonderen Kasten untergebracht und besteht im wesentlichen aus einem Relais für Ruhestrom, einem Rasselwecker, sowie einem Doppelkurbelumschalter, welcher die Bezeichnungen „Offen" und „Geschlossen" aufweist. Mit der Batterie des Arbeitsstromkreises und dem Relais steht der als Ruhestromkontakt für letzteres dienende Kontakt des Rohrpendels durch zwei Leitungen in Verbindung. Bei einer Unterbrechung des Kontaktes, durch Abheben des Pendelstiftes von der Kassenschranktür oder durch Andrücken an diese, wird der Ruhestromkreis unterbrochen, der Anker des Relais abgehoben und dadurch der Weckerstromkreis geschlossen, welcher nun die Lärmglocke zum Ertönen bringt.

Fig. 83.



Wecker des Lärmapparates „Argus".

Während der Arbeitszeit in der Kasse ist das Pendel hochgeklappt; der Umschalter steht dann auf „Offen". Sobald jedoch nach Schluß der Tür das Pendel herabgelassen wird, fängt die Lärmglocke zunächst an, zu läuten, weil durch den Umschalter in der Ruhestellung der Arbeitskontakt des Relais eingeschaltet ist, welcher gleichfalls den Arbeitsstromkreis des Weckers schließt, wenn der Kontakt im Pendel wieder geschlossen ist. Der Umschalter wird alsdann auf „Geschlossen" gestellt und dadurch der Wecker mit dem Ruhestromkontakt des Relais verbunden; der Ruhestromkreis ist nun geschlossen, der Arbeitsstromkreis dagegen geöffnet.

Um die Unterscheidung der Leitungsdrähte unmöglich zu machen, werden zwei weitere Leitungsdrähte zwischen dem Pendel und dem Alarmwecker gezogen, von denen einer gleichzeitig mit dem im Oberteil des Pendelapparates befindlichen Kontaktthermometer zum Zwecke einer Feuermeldung verbunden ist und welche im Falle eines Kurzschlusses mit einem der Hauptdrähte das Relais und damit auch den Wecker in Tätigkeit setzen. Alle vier gleichfarbigen Drähte werden miteinander verseilt. Die beiden Vorrichtungen kosten zusammen 75 Mark.

Läutewerke sind oft auch in den Türschlössern angebracht oder mit diesen in Verbindung gesetzt. Sie werden mitunter mit Federn versehen, welche durch Bewegen des Türdrückers oder durch Vorschieben eines Riegels angespannt werden, so daß dann beim unbefugten Öffnungsversuch das Läutewerk in Wirkung treten kann.

Hierher gehörige Einrichtungen sind die von *Charpin*[101]), das „Schloß mit Alarmapparat" von *Andreas Federle* in Ulm[102]), die Alarmvorrichtung von *Chaim Wächter & Hermann Gottlieb* in Wien[103]), das „Türschloß mit Läutewerk" von *François Onésime Blanchot* in Paris[104]), die Alarm-

[98]) D. R.-P. Nr. 546.
[99]) D. R.-P. Nr. 3845.
[100]) Siehe: Schweiz. Gwbbl., 1881, S. 6.
[101]) Siehe: *La semaine des constructeurs,* Bd. 10, S. 507.
[102]) D. R.-P. Nr. 22423 (Auszüge a. d. Patentschr. 1883, S. 338).
[103]) D. R.-P. Nr. 31559 (ebendas. 1885, S. 323).
[104]) D. R.-P. Nr. 31318 (ebendas. 1885, S. 301).

vorrichtung von *J. L. Petit* in Antwerpen[105]), das „Alarmſchloß" von *Carlos Accioli de Azevedo Baſto* in Rio de Janeiro [106]).

Lange fortgeſetztes Raſſeln der elektriſchen Läutewerke kann unter Umſtänden recht ſtörend werden. Da, wo dasſelbe infolge der Einrichtung ſo lange andauert, bis es abgeſtellt iſt, empfiehlt ſich daher der Erſatz durch eine langſam ſchlagende elektriſche Glocke, namentlich dann, wenn die Türen tagsüber viel benutzt werden.

Eine derartige Vorkehrung iſt diejenige von *Schäfer & Montanus* in Frankfurt a. M.[107]).

Zu Einrichtungen der zweiten Art, welche an entfernten Orten, meiſt in Schlafzimmern oder Wachtſtuben, Glockenſignale geben ſollen, eignet ſich ganz beſonders die elektriſche Leitung. An möglichſt unverfänglichen oder verſteckten Stellen, welche nur eingeweihten Perſonen bekannt ſind, werden Kontakte angeordnet, welche durch Wegnahme eines Gegenſtandes, z. B. einer Kaſſette in einem Treſor, oder durch Berühren (z. B. durch Treten auf Bretter, welche um die freien Seiten eines Geldſchrankes gelegt ſind und unter denen ſich eine Anzahl leicht federnder ſolcher Kontakte befindet) geſchloſſen werden und dadurch die Läutewerke in Tätigkeit ſetzen. Während der gewöhnlichen Benutzungszeit der betreffenden Räume (während der Geſchäftsſtunden etc.) ſind die Kontakte durch nicht ſichtbar angebrachte Arretierungen außer Wirkung zu ſetzen.

Hierher gehörige Vorkehrungen ſind der „Verbeſſerte Feuer- und Einbruch-Aviſeur" von *Peter Baumbach* in Wien [108]) und der „Alarmteppich" von *Rudolf Rieneßl & Guſtav Edler von Medvey* in Hernals bei Wien [109]).

Manche der oben beſprochenen Vorkehrungen können auch auf Fernwirkung eingerichtet werden.

Das hörbare Signal kann durch ein optiſches erſetzt werden. Dies iſt beſonders dann zweckmäßig, wenn die Wachtſtube im Inneren ſich befindet, in welchem Falle Diebe durch das Geräuſch eines Glockenſignals verſcheucht werden könnten.

Bei der Vorrichtung von *Henry Diggins & Adolph Glück* in London[110]) erfolgt die Meldung durch eine gefärbte Glasſcheibe, welche vor das Licht von in der Wachtſtube oder außen am Gebäude gut ſichtbar angebrachten Lampen fällt und dasſelbe verändert.

---

2. Kapitel.

Anlagen zur Erzielung einer guten Akuſtik.

Von A. STURMHOEFEL.

32. Vorbemerkungen.

Akuſtik (vom griech. ἀκούω — hören) iſt derjenige Zweig der Schallehre, welcher die zweckmäßige Verteilung des Schalles in geſchloſſenen Räumen behandelt, ſo daß überall darin Wort wie Ton gut vernommen werden. Dazu gehören ebenſoſehr die Geſamtgeſtaltung des Grundriſſes, wie die Ausbildung der Wand- und Deckenflächen. Da dies Aufgaben des Baumeiſters und nicht des Naturforſchers ſind, haben ſich auch nur erſtere mit dieſem Stoffe beſchäftigt, während Gelehrte (wie z. B. *Dove* bei ſeinem Gutachten für den Wettbewerb des Dombaues in Berlin 1871) bei aller Wiſſenſchaftlichkeit ſich mit den praktiſchen Erfahrungen und Erforderniſſen leicht in unlöslichen Widerſpruch ſetzen.

---

105) D. R.-P. Nr. 35316 (ebendaſ. 1886, S. 227).
106) D. R.-P. Nr. 49218 (ebendaſ. 1889, S. 888).
107) Siehe: Deutſches Baugwksbl. 1884, S. 376.
108) Siehe: Zeitſchr. f. ang. Elektrizität 1881, S. 214.
109) D. R.-P. Nr. 49491 (Auszüge a. d. Patentſchr., S. 866).
110) D. R.-P. Nr. 22202.



Eine Saite, eine Stimmgabel, ſowie jeder elaſtiſche Körper überträgt ſeine Schwingungen auf die Luft, und die Wirkung der letzteren auf unſer Gehör nennt man Schall. Die Saite preßt hierbei die Luft vor ſich zuſammen und verdichtet ſie; zugleich aber zieht ſie auf der anderen Seite die Luft hinter ſich her und verdünnt ſie. Die Verdichtung bezeichnet man als poſitive und die unmittelbar folgende Verdünnung als negative Phaſe der Schwingung. Dieſe regelmäßigen Schwingungen heißen Töne im Gegenſatz zu den unregelmäßigen Schwingungen oder Geräuſchen. Die Natur kennt — mit Ausnahme des Geſanges der Vögel — nur Geräuſche: das Sauſen des Windes, das Brauſen des Meeres, das Rauſchen des Waldes. Die Töne der Muſikinſtrumente und jene der menſchlichen Stimme ſind Kunſterzeugniſſe, denen aber als Zeichen ihrer irdiſchen Herkunft ſtets Geräuſche beigemiſcht ſind: das Kratzen des Bogens bei den Streichinſtrumenten, das Schluchzen und Klappern der Blasinſtrumente, die Unvollkommenheiten ſelbſt des beſten Tenors. Indeſſen gibt dies den Tönen einen charakteriſtiſchen Reiz. Die Flöte, welche am reinſten davon iſt, wirkt bei längerer Dauer weichlich und langweilig. 33. Ton-ſchwingungen.

Am 21. und 22. Juni 1821 iſt von einer Vereinigung Gelehrter *(A. v. Humboldt, Gay-Luſſac, Bouvard, Prony, Mathieu* und *Arago)* die Geſchwindigkeit des Schalles durch Beobachtung von Kanonenſchüſſen zwiſchen Montlhery und Villejuif bei Paris für die Sekunde bei einer Temperatur von 0 Grad auf 1019 Pariſer Fuß berechnet worden. Später hat *Regnault* in der Ebene von Satory bei ſtiller Luft die Geſchwindigkeit auf 1020,2 Pariſer Fuß (= 331,40 m) feſtgeſtellt. Für höhere Temperaturen berechnet ſich die Geſchwindigkeit v nach der Formel 34. Geſchwindigkeit des Schalles.

$$v = 331{,}4 \sqrt{1 + 0{,}0037\, t}\,;$$

hierin bedeutet t die Temperatur in Graden C. und 0,0037 den Ausdehnungskoeffizienten für 1 Grad C. In öffentlichen Verſammlungsräumen, Theatern, Konzertſälen u. ſ. w. iſt bei 20 Grad C. hiernach $v = 343{,}33$ m.

Die Schallgeſchwindigkeit in anderen Mitteln beträgt:

in Waſſerſtoff	3,8	der Geſchwindigkeit in der Luft
in Kohlenſäure	0,8	„ „ „ „ „
in Blei	4,0	„ „ „ „ „
in Waſſer	4,3	„ „ „ „ „
in Eiſen	15,0	„ „ „ „ „
in Glas	15,5	„ „ „ „ „
in Tannenholz	12,0 bis 18,0	„ „ „ „ .

Aus dieſer Eigenſchaft des Holzes und aus ſeiner Elaſtizität erklärt ſich die Reſonanz — das Mitklingen — in Holz errichteter Säle.

Aus der Zahl der Schwingungen einer Saite in der Sekunde läßt ſich die Länge der auf die Luft übertragenen Tonwellen berechnen. Der Ton a^1 hat 440 Doppelſchwingungen (hin und zurück) in der Sekunde, welche einen Weg von 343,33 m ausfüllen; die Doppelſchwingung hat hiernach eine Länge von $\frac{343{,}33}{440} = 0{,}79$ m. Je größer die Zahl der Schwingungen, je kleiner wird ihre Länge und um ſo höher der Ton. 35. Tonhöhe; Obertöne.

Eine Saite und ebenſo auch die Luftſäule in einem Blasinſtrumente ſchwingt nicht nur in ihrer vollen Länge, ſondern ihre Hälften, Dritteile, Viertel u. ſ. w. ſchwingen hierbei außerdem für ſich und bilden, im Gegenſatz zum Grundton der ganzen Länge, den erſten, zweiten, dritten u. ſ. w. Oberton. Die Obertöne

find wefentlich fchwächer wie der dominierende Grundton, mit dem fie fich zu einem Klange vereinen, deffen Klangfarbe fehr verfchieden fein kann, je nachdem der eine oder der andere Oberton vorherrfcht.

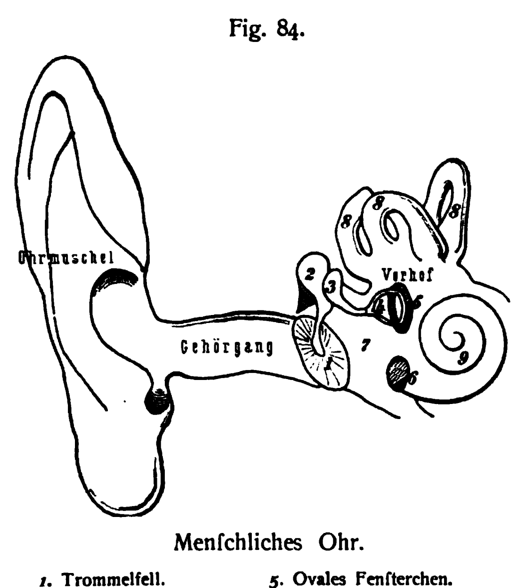
36. Menfchliche Stimme. Die menfchliche Stimme entfteht, indem die Luft aus der Lunge durch die Luftröhre gepreßt wird. Dabei paffiert fie die im Kehlkopf zwifchen den Stimmbändern liegende Stimmritze, deren Länge ebenfo vielfach veränderlich ift wie die Straffheit der Stimmbänder. Die Schwingungszahl der fo bewegten Stimmbänder gibt dem Ton feine mufikalifche Lage; die mittönende Luft der Luftröhre verftärkt die Kraft; die Mundhöhle macht den Klang zum Vokal und zugleich mittels Zunge und Zähnen durch die Konfonanten zur Silbe, zum Wort. Die menfchliche Stimme ift befonders reich an Obertönen. An einer Baßftimme hat *Helmholtz* deren 16 nachgewiefen. Der Grundton mit den erften 6 gleichmäßig ausgebildeten Obertönen gibt einen befonders fchönen Klang, der bei der Orgel täufchend den Gefang nachahmt. Deshalb heißt diefes Orgelregifter *Vox humana.* Die höheren und höchften Obertöne machen die Klangfarbe fcharf und leidenfchaftlich; in der Rede wie im Gefange ftellen fie fich ohne unfer Wiffen und Wollen bei der Erregung von felbft ein. Die unendlich wechfelnden Schattierungen der Klangfarben, die Eigentümlichkeiten beim Bilden der Vokale und Konfonanten laffen die überaus reichen Mittel erkennen, über welche unfer Sprachorgan und unfer Gefang gebieten. Diefer Mannigfaltigkeit gegenüber ift die Wirkung des Mienenfpieles und der Geberden nur eine fehr befchränkte.

Von allen Schallquellen ift die menfchliche Stimme für unfere Betrachtungen die bei weitem wichtigfte. Jeder größere Raum, Kirche, Konzertfaal wie Theater, muß fo geftaltet werden, daß das Wort wie der Gefang zur beften Geltung kommt. Der Süden Europas ift dem Norden durch die Fülle guten Stimmmaterials überlegen. Das milde Klima, das öffentliche Leben, die Gewohnheit, gern und viel zu fprechen, haben hierbei mitgewirkt. Schon im Altertum wurden Wohllaut und Kraft der Stimme forgfam ausgebildet. Ein folcher Lehrer hieß φωνασκός. Wie hätten fonft wohl die Tragöden den Riefenraum eines antiken Theaters beherrfchen können! Die neuzeitlichen Schaufpieler werden fchon beforgt, wenn fie in einem Haufe von 1600 Sitzplätzen auftreten follen. Das Theater des *Pompejus* in Rom faßte 15000, dasjenige des *Marcellus* gar 25000 Menfchen. Auch heute noch laffen fich Bruft und Stimmbänder zu großer Vollkommenheit ausbilden. Die Bauern in Oberammergau machen fich bei den Paffionsfpielen 4000 Zufchauern verftändlich. In Orange (Frankreich) wurde im Auguft 1894 außer der Antigone des *Sophokles*, welche den Nachmittag nicht völlig füllte, noch ein ganz modernes Stück von *Ferrier*, da es in wohlklingenden Verfen ebenfalls einen antiken Stoff behandelte — *La revanche d'Iris* — mit vielem Erfolge unter enthufiaftifchem Beifall der 10000 Zufchauer im altrömifchen Theater aufgeführt. Aus Paris war der bekannte Kritiker *Sarcey* erfchienen und hatte von diefem Verfuche abgeraten; nachher meinte er: „In diefem Theater können Sie alles geben!" Die Schaufpieler des *Théâtre français* find allerdings Meifter des Vortrages.

37. Ohr. Ebenfo wichtig ift die Unterfuchung der Schallwirkungen auf das Gehör. Nicht allein mit den Ohren hören wir; der ganze Kopf ift fchallempfindend. Auch die Schwingungen des Fußbodens teilen fich durch das Knochengerüft dem Gehör mit. Die Ohrmufchel (Fig. 84) fängt die Schallwellen auf und leitet fie durch den Gehörgang dem Trommelfell zu, an deffen kegelförmiger Spitze der Hammer fitzt, der fie durch einen Hebelmechanismus auf die beiden anderen

Gehörknöchelchen, den Ambos und durch dieſen auf den Steigbügel überträgt, deſſen Plättchen auf dem ovalen Fenſterchen ſitzt. Der Raum mit dieſen Knöchelchen heißt das Mittelohr oder die Paukenhöhle, welche vom Labyrinth, dem innerſten Teile, durch eine feſte Knochenwand getrennt iſt. Dieſe Wand hat nur zwei Öffnungen: das ovale und das runde Fenſterchen, beide mit einer dünnen, elaſtiſchen Membran geſchloſſen. Das Labyrinth beſteht aus dem Vorhof, den drei halbkreisförmigen Kanälen und der Schnecke, deren ſpiralförmige Windung der ganzen Länge nach durch eine teils knöcherne *(Lamina ſpiralis)*, teils häutige Scheidewand *(Membrana baſilaris)*, letztere auch Grundmembran genannt, geteilt iſt. Die eine dieſer zwei Längswindungen der Schnecke mündet auf den Vorhof und heißt deshalb Vorhoftreppe; die andere mündet mittels des runden Fenſterchens auf die Paukenhöhle und heißt Paukentreppe. Das ganze Labyrinth iſt mit einer Flüſſigkeit, dem Gehörwaſſer gefüllt, welches durch die elaſtiſchen Häutchen der beiden Fenſterchen zurückgehalten wird.

Fig. 84.



Menſchliches Ohr.

1. Trommelfell. *2.* Hammer. *3.* Ambos. *4.* Steigbügel. *5.* Ovales Fenſterchen. *6.* Rundes Fenſterchen. *7.* Vorhof. *8.* Halbkreisförmige Kanäle. *9.* Schnecke.

Schon durch die kegelförmige Spitze des Trommelfelles werden die Schallſchwingungen konzentriert, mittels der Hebel von Hammer und Ambos auf das Steigbügelplättchen vierfach verſchärft und ſo durch das ovale Fenſterchen dem Gehörwaſſer des Vorhofes und der drei Kanäle oder Bügel übermittelt. Beſonders aber eilt jede Schwingung vom Vorhof die Vorhofstreppe der Schnecke hinauf, tritt an der Schneckenſpitze durch eine feine Öffnung in die Paukentreppe über, läuft längs derſelben herunter, wird von der elaſtiſchen Membran des runden Fenſterchens reflektiert und kehrt nun denſelben Weg zurück durch Paukentreppe, Schneckenſpitze und Vorhofstreppe bis zum Vorhof, um hier von neuem zu beginnen. Da dieſer Hin- und Herweg bei der ungemein geringen Größe der Schnecke auch nur eine geringe Länge hat, ſo wiederholen ſich die Schwingungen in der Schnecke außerordentlich oft — wenn auch mit abnehmender Kraft — bis durch das Steigbügelplättchen und das ovale Fenſterchen eine neue Schwingung auf das ganze Gehörwaſſer übertragen wird. Ähnlich wie in der Schnecke finden dieſe wiederholten Vibrationen auch in den drei Kanälen ſtatt, in deren jeden ſie gleichzeitig zu den beiden Enden vom Vorhofe aus eintreten, um ſich an der Spitze des Kanals zu einem Größtwert der Wirkung zu begegnen; ebenſo wie auch in der Schneckenſpitze wegen der Verengung des Profils ein Hauptreiz auf die Endigungen der Gehörnerven ausgeübt wird. Über der Grundmembran, welche die Schnecke in ihrer Länge teilt, ſtehen, einen dreieckigen Kanal bildend, zarte Gebilde, welche *Marcheſe Corti* zuerſt unterſucht und beſchrieben hat; die Zahl dieſer Cortiſchen Faſern iſt mehr als 3000. Neben dieſen Faſern endigen über der Grundmembran, ſowie in den häutigen Aus-

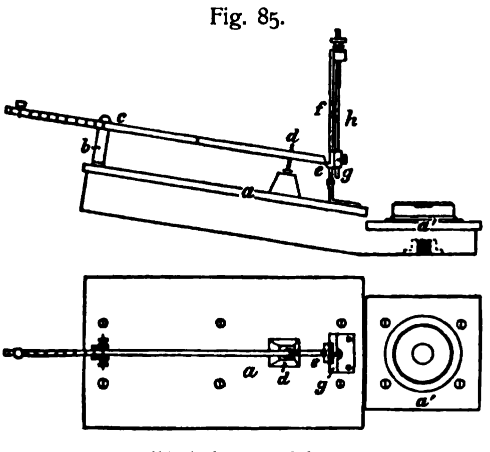
kleidungen des Vorhofes und der drei Bügel die letzten feinen Ausläufer des Gehörnervs. Die Zahl der oben bereits hervorgehobenen vielfachen Schallſchwingungen im ganzen Labyrinth wird nun noch dadurch vervielfacht, daß ſie im Gehörwaſſer vor ſich gehen. Die Geſchwindigkeit der Schallſchwingung iſt (ſiehe Art. 34, S. 59) im Waſſer 4,3-mal größer als in der Luft! Alle Annahmen über die Funktionen der einzelnen Teile des Labyrinths — ſelbſt diejenige von *Helmholtz* — ſind bisher unbewieſen geblieben. Jedenfalls hat die Natur durch den wunderbaren Organismus des Ohres den Menſchen mit einem Mikrophon ausgerüſtet, durch welches Geräuſch wie Ton im Labyrinth wiederklingen und deren genaues Abbild durch die Nervenfäden im Gehirn zur Empfindung kommt.

38. Schallſtärke. Das Geräuſch einer zu Boden fallenden Stecknadel und das Krachen eines Kanonenſchuſſes zeigen die Grenzen der Zumutungen an unſer Gehör an. Brauchbare Verſuche, den Schall zu meſſen, ſind erſt in neueſter Zeit gemacht worden. Man kann nur Schallſtärken miteinander vergleichen, die aus derſelben Schallquelle ſtammen. Aber auch unter dieſer Einſchränkung entgehen dem ungeübten Ohre Unterſchiede bis zu 20 Vomhundert. Es mußte ferner ein Anfangspunkt für die Meſſungen gefunden werden. Wird der Schall eines Körpers ganz allmählich gemindert, bis er auf eine beſtimmte Entfernung bei einem Beobachter gerade noch die kleinſte Schallempfindung auslöſt, welche bei der geringſten weiteren Minderung in ſeinem Ohre erliſcht, ſo nennt man dieſe allerkleinſte Empfindung die *Reizſchwelle*. Die Reizſchwelle bezeichnet alſo für einen beſtimmten Hörer, für eine beſtimmte Entfernung und eine beſtimmte Schallquelle das Ende (oder auch den Beginn) des Hörens. Man kann nun mit derſelben Perſon die Schallſtärken für die einfache, zweifache, vierfache Entfernung ermitteln, welche zur Erregung der Reizſchwelle erforderlich ſind, und daraus Schlüſſe über die Schallabnahme ziehen, die für die Akuſtik von fundamentaler Bedeutung ſind.

39. Schallabnahme. Nach mathematiſchem Geſetze verteilen die von der Schallquelle ausgehenden Schallwellen bei der doppelten Entfernung ſich über eine Fläche, die viermal größer iſt als diejenige Fläche, welche ſie bei einfacher Entfernung treffen. Dieſe *direkten* Schallwellen müßten daher bei der doppelten Entfernung auch nur $^1/_4$ der Schallkraft haben, welche ſie bei der einfachen Entfernung beſitzen. In Wirklichkeit trifft dies niemals zu, da zu den *direkten* Schallwellen ſtets *reflektierte* Schallwellen, und ſeien es auf freiem Felde auch nur die vom Erdboden zurückgeworfenen, hinzutreten und ſo die Geſamtwirkung des Schalles verſtärken. In noch viel höherem Maße findet dieſe Verſtärkung wegen der Reflexe von Wand und Deckenflächen in Innenräumen ſtatt.

40. Fallſtäbchen. Um dies feſtzuſtellen, war es nötig, ein Inſtrument zu konſtruieren, mittels deſſen verſchiedene, genau meßbare Schallſtärken hervorgebracht werden können. Ein ſolches Inſtrument iſt die *Fallſtäbchenvorrichtung*, das letzte einer ganzen Reihe von Verſuchsinſtrumenten. Der Apparat iſt einfach und handlich, verändert ſeine Schallfarbe nicht, zeigt hinreichend genau die Fallhöhen bis auf Zehntelmillimeter (für

Fig. 85.



Fallſtäbchenvorrichtung.

geübte Augen Zwanzigſtelmillimeter) an und beſitzt für alle Entfernungen von 10 bis 100 m die nötige Empfindlichkeit. Auf der Holzplatte *a* (Fig. 85) von 150 mm Länge, 80 mm Breite und 4 mm Stärke iſt ein Lagerbock *b* aufgeſchraubt, in welchem ſich zwiſchen zwei Körnerſpitzen das Fallſtäbchen von 2,50 × 3,50 mm Querſchnitt mit geringſter Reibung dreht. Die Länge des Stäbchens von der Drehachſe *c* bis zur Fallſchraube *d* beträgt 100 mm und von dort bis zum Ende *e* 20 mm. Dieſe Endkante iſt durch eine feine Metallſchneide gegen Abnutzung geſichert. Sie kann von beliebigen Höhen des Schiebers *g* auf den kleinen Ambos über der Platte *a* hinabfallen, deſſen Oberfläche ein unelaſtiſches Bleiblättchen trägt, um das Zurückſpringen der Fallſchraube möglichſt zu beſchränken. Der Schieber iſt mit einem Nonius ausgeſtattet; er gleitet auf dem Millimetermaßſtab *f* und der Spindel *h* frei entlang, bis er auf der Spindel durch das Schräubchen *g* feſtgemacht und mittels der oberen Mikrometerſchraube feingeſtellt wird. Der Ruhelage des Fallſtäbchens entſpricht dem Nullpunkte des Nonius auf Null des Maßſtabes, wobei der Kopf der Fallſchraube genau auf dem Ambos aufruht. Jenſeits der Drehachſe hat das Fallſtäbchen eine Länge von 52,50 mm und iſt von dort in Abſtänden von 5 mm mit feinen lotrechten Bohrlöchern verſehen, in die der etwas koniſche Dorn des Gegengewichtes von 1,19 g Schwere paßt, welches in 50 mm Entfernung von der Drehachſe bei wagrechter Lage dem Gewicht von *ce* nebſt Fallſchraube das Gleichgewicht hält. Steckt man das Gegengewicht auf 45 mm Entfernung von der Drehachſe ein, ſo gleicht es $^9/_{10}$ des fallenden Schenkels ab, der dann mit $^1/_{10}$, alſo (mit Berückſichtigung der verſchiedenen Hebelsarme) mit etwa 0,05 g auf den Ambos fällt. Vor der Platte *a* iſt, mit ihr einen Winkel von 9 Grad bildend, eine kleinere quadratiſche Platte *a'* von gleicher Stärke und 60 mm Seitenlänge angeordnet, welche die Doſenlibelle zur Horizontalſtellung des Inſtruments trägt. Unter der Libelle befindet ſich die Schraubenmutter, mittels deren das Ganze auf einem leichten Stativ befeſtigt wird. Durch Verändern der Fallhöhen und durch Verſetzen des Gegengewichtes ſind die verſchiedenſten Kombinationen möglich. Sinus, Bogen und Tangenten fallen in ihren Werten für die Winkel bis 9 Grad hinreichend genau zuſammen, um Abſtand nehmen zu können von einem gekrümmten Millimetermaßſtabe nebſt Sinusberechnungen. Alle Teilchen ſind möglichſt leicht gemacht worden, um bei hinreichender Widerſtandsfähigkeit große Fallhöhen und in ſolcher Weiſe Genauigkeit zu erzielen. Für bedeutendere Entfernungen im Freien können auch die Belaſtungen mit $^2/_{10}$ und mehr nutzbar werden. Für Innenräume nimmt man $^1/_{10}$ Belaſtung. — Das Feſtſtellen der Reizſchwelle iſt nur möglich durch eine größere Zahl (15 bis 20) von Verſuchen, aus deren Ergebniſſen das Mittel zu nehmen iſt.

Die Kraft, mit der ein fallender Körper auf einen ruhenden aufſchlägt, iſt proportional dem Produkt aus ſeinem Gewichte und dem Quadrate ſeiner Endgeſchwindigkeit. Die Endgeſchwindigkeit iſt gleich der Quadratwurzel aus der Fallhöhe, ſo daß beim Fallſtäbchen bei gleichem Gewichte die einfachen Fallhöhen — da Quadrat und Wurzel ſich gegenſeitig aufheben — die Verhältniszahlen der entſprechenden Aufſchlages- oder Stoßkräfte darſtellen, denen wiederum proportional die Schallkraft des Inſtruments ſein wird. Die doppelte, dreifache u. ſ. w. Fallhöhe zeigt alſo zugleich die doppelte, dreifache u. ſ. w. Schallkraft des Apparates an, ſo daß in dieſer einfachen Weiſe ohne alle Umſtände und Rechnungen die Ergebniſſe verglichen werden können.

Reflexe treten überall auf, wo ſich Körper befinden. Ähnlich wie die Lichtwellen werden von jeder Körperoberfläche auch die Schallwellen zurückgeworfen. 41. Reflexe.

Eine ebene Fläche wirft die Schallwellen unter demſelben Winkel, unter dem dieſe ſie treffen, zurück, nur wie beim Spiegelbilde: umgekehrt. Aus dem Brennpunkte einer paraboliſchen Hohlfläche werden die Schallwellen parallel zur Achſe zurückgeworfen. Liegt auf dieſer Achſe eine zweite Parabelhohlfläche der erſten gegenüber, ſo ſammelt ſie die Wellen in ihrem Brennpunkte. Das Ticken einer Uhr in dem einen Brennpunkte kann man auf 20^{m} im anderen deutlich hören. Auch eine Kugelhohlfläche konzentriert die Wellen an einem Orte, der etwa auf der Mitte ihres Halbmeſſers liegt. Aus dem Brennpunkte eines Hohlellipſoids werden die Schallwellen durch die Reflexion der Hohlfläche im anderen Brennpunkte geſammelt. Die akuſtiſchen Wunder alter und neuerer Zeit erklären ſich aus dieſen Geſetzen. Der Baumeiſter hat ſolche Schallhäufungen, die ſich aus nach einer Kurve geformten Wand- oder Deckenflächen ergeben, tunlichſt zu vermeiden oder unſchädlich zu machen, weil ſolche Häufungen die für alle Teile eines Raumes wünſchenswerte gleichmäßige Schallverteilung ſtören.

Wären Wände und Decke eines Raumes ebene glatte Flächen, ſo würde an jeder derſelben für jeden Zuhörer auch nur ein Reflex entſtehen, deſſen Reflexionspunkt aus dem Standpunkt des Redners und dem Orte des Zuhörers genau konſtruiert werden könnte. Dieſe kräftigen Reflexe müſſen, entſprechend der Länge ihres Umweges gegen den direkten Schall, nach dieſem beim Zuhörer eintreffen und die Geſamtwirkung erhöhen, wenn ſie ſich nur wenig vom direkten Schall trennen, dieſe Wirkung aber umſomehr beeinträchtigen, je ſpäter ſie anlangen. Stattet man indeſſen die Flächen mit körperlichem Ornament aus, ſo bildet ſich an den vielen kleinen Flächen der Reliefs eine ſehr große Zahl in ihrer Einzelwirkung ſchwacher Reflexe, deren Geſamtwirkung jedoch erheblich iſt. Dieſe Reflexe können, weil ſie nicht wie von der ebenen, glatten Wand in einem Augenblicke und wie mit einem Schlage beim Hörer eintreffen, ſondern allmählich und nach und nach, niemals ſtören. Die Schallreflexion ähnelt hierin der Lichtreflexion auf einer Waſſerfläche. Iſt dieſe ganz ruhig, ſo zeigt ſie nur ein einziges, genaues Spiegelbild, z. B. des Mondes. Iſt ſie bewegt, ſo ſieht man auf einer großen Zahl von Wellen die Lichtreflexe leuchten. Wie ſich geringſter Schall zu großer Wirkung ſummieren kann, zeigt der Regen. Die erſten einzelnen Tropfen, obwohl ſie die größten zu ſein pflegen, hören wir gar nicht; wohl aber den Platzregen, der auf Dächer und Pflaſter herniederrauſcht.

42. Mehrmalige Reflexion.

Der meiſt dem Halbkreis ſich nähernde Querſchnitt der Reliefs wirft den Schall nicht nur nach dem Zuhörer, ſondern auch nach allen benachbarten Reliefs. Von dort langt er ſchließlich ebenfalls beim Zuhörer an. So findet außer der einmaligen eine zwei- und mehrmalige Reflexion von den Reliefs nach den Zuhörern ſtatt. Dadurch würde eine außerordentliche Schallverſtärkung eintreten, wenn ihr nicht der jedesmalige Verluſt bei der Brechung und die immer länger werdenden Wege der Schallwellen eine Grenze ſetzten. Deutlich zeigt ſich die Wirkung mehrmaliger Reflexion in langen, ſchmalen, niedrigen Räumen, in allen Winkeln und Ecken, wo Wand- und Deckenflächen zuſammentreffen.

43. Schallinterferenzen.

Ferner wird ein großer Teil dieſer vielfachen Reflexion durch die Wirkung der Interferenzen abgeſchwächt. Bei allen Wellenbewegungen: Schall, Licht, Elektrizität u. ſ. w. gibt es Interferenzen. Fallen zwei gleich lange und gleich ſtarke Schallwellen derart zuſammen, daß die poſitive Phaſe der einen (Luftverdichtung) genau die negative Phaſe der anderen (Luftverdünnung) deckt, ſo heben ſie ſich gegenſeitig auf. Gleiche Phaſen vereinigen ſich zur Summe; entgegengeſetzte vermindern ſich zur Differenz ihrer Stärken. Mittels zweier gleicher

Stimmgabeln hat *Rayleigh* Punkte völliger Aufhebung für ein Ohr, während das andere feſt zugehalten wurde, ermittelt; aber eine Bewegung von etwas mehr als 1 Zoll engl. (= 254 mm) aus dem Punkt der Stille genügte, um den Ton merklich hervortreten zu laſſen. Wegen der ſehr verſchiedenen Längen ihrer Umwege können die Reflexe eines Innenraumes mit den gleichen oder mit entgegengeſetzten Phaſen wie der direkte Schall im Ohre des Zuhörers eintreffen und dementſprechend die Schallwirkung verſtärken oder vermindern. Es läßt ſich ſogar denken, daß in einem Augenblicke die Kraftſumme der poſitiven genau gleich iſt der Summe der negativen und die Geſamtwirkung gleich Null wird; ebenſo, daß alle Phaſen poſitiv (oder negativ) ſich deckend im Ohre anlangen und der Größtwert der Geſamtwirkung eintritt. Setzt man dieſe vollkommene Häufung gleich ± 1, wie die vollkommene Aufhebung gleich Null, ſo wird man bei der unendlichen Zahl der Reflexe bald darüber klar, daß dieſe Grenzwerte ebenſo ſelten eintreffen werden wie der genaue Durchſchnitt gleich $\pm {}^1/_2$. Das Gewöhnliche wird ſein, daß die Geſamtwirkungen um ${}^1/_2$ herumſchwanken, und zwar bei Tönen etwa von ${}^2/_5$ bis ${}^3/_5$, bei Geräuſchen von ${}^3/_7$ bis ${}^4/_7$. Die gleichen Wellenlängen der Töne machen ein vollkommeneres Häufen oder Aufheben wahrſcheinlicher als die ungleichen Wellenlängen der Geräuſche; deshalb ſind die Durchſchnittswerte bei jenen größer als bei dieſen. Das Urteil des Hörers wird ſich bei der überaus raſchen Folge nach den ſtärkeren Eindrücken richten, bei Tönen nach der ${}^3/_5$-, bei Geräuſchen nach der ${}^4/_7$-Wirkung; die ſchwächeren ${}^2/_5$ und ${}^3/_7$ überhört hierbei das Ohr. Für die Richtigkeit dieſer Entwickelung ſprechen die Erfahrungen bei den Schallmeſſungen, ſowie die Tatſache, daß man, aus größerer Entfernung ſich nähernd, zuerſt die Vokale (Tonklänge) und ſpäter die Konſonanten (Geräuſche) eines Zwiegeſpräches vernimmt, deſſen Verſtändnis erſt hiermit beginnt.

Die Interferenzen ſorgen mit ihrem ſchnellen Wechſel dafür, daß auf das Ohr ein ſtets neuer Reiz ausgeübt wird, ohne den ſich die Eindrücke bald abſtumpfen würden. Zur Verſchärfung dieſes Reizes treten zu den Wirkungen der äußeren Interferenzen nun noch die im Gehörwaſſer des Labyrinths ſich bildenden Interferenzen hinzu.

Wie vorher bemerkt worden iſt, gehört zur verſtändlichen Rede vor allem 44. Rede.
die deutliche Ausſprache der Konſonanten. Iſt dieſe Bedingung erfüllt, ſo wird das Wort auch bei mäßiger Klangſtärke der Vokale in größeren Räumen verſtanden. Beim Flüſtern fällt der Bruſtton fort; dennoch wird bei ſcharfer Ausſprache der Konſonanten jede Silbe im entfernteſten Winkel (z. B. eines Theaters) gehört. Dieſe Grundregel des Sprechens iſt leider vielen Rednern unbekannt; ſie glauben die nachläſſige Ausſprache der Konſonanten durch Schreien der Vokale erſetzen zu können, bis ſie heiſer werden. So wird der Vortrag eine Qual, während er bei richtigem Ebenmaß zwiſchen Selbſtlautern und Mitlautern ein wirklicher Kunſtgenuß ſein ſollte!

Der Redner muß eine ihm bequeme mittlere Tonlage wählen, um die Stimme für den nötigen Eindruck heben und ſenken zu können und ſo die Aufmerkſamkeit ſeiner Zuhörer zu feſſeln. Auch im gewöhnlichen Leben kennzeichnet das Erhöhen der Stimme die Erregung, das Sinken des Tones die Beruhigung.

In der Sekunde ſpricht der Schauſpieler im Drama 4 Silben, im Luſtſpiel 45. Zeitmaß.
etwas mehr; der Prediger ſpricht etwa $3^1/_2$ Silben. Zwiſchen zwei Silben iſt für den Wechſel der Buchſtaben eine kleine Pauſe nötig. Bei 4 Silben kann man auf die Silbe ${}^1/_5$ Sekunde und auf die Pauſe ${}^1/_{20}$ Sekunde rechnen. In ${}^1/_{20}$ Sekunde

macht der Schall einen Weg von $\frac{343,33}{20} = \sim 17^{m}$. Die Reflexe, die gegen den direkten Schall einen 17^{m} längeren Weg zu machen haben, beginnen im Ohre des Zuhörers demnach $^{1}/_{20}$ Sekunde ſpäter, fallen dann $^{3}/_{20}$ Sekunde mit der direkten Schallwelle zuſammen und mit ihrem Reſt von $^{1}/_{20}$ Sekunde hinterher in die folgende Pauſe. Bei Reflexen von reliefierten Flächen würde dies ja nicht ſtören. Bei Reflexen von glatten Flächen aber, die mit einem Mal und ſchlagähnlich im Ohre anlangen, würde die ganze Pauſe von ihnen in läſtiger Weiſe ausgefüllt werden. Und für das bequeme Verſtändnis der Zuhörer iſt es nötig, daß der größere Teil der Pauſe erhalten bleibt. Daraus folgt, daß für Reflexe von ebenen glatten Flächen nur ein Umweg von 5 bis 6^{m} ſtatthaft iſt.

46. Betonung.

In der Proſa wie im Verſe wird von 4 Silben durchſchnittlich immer nur eine, die für den Sinn des Inhaltes von beſonderer Bedeutung iſt, ſtärker betont. Die ſtärkere Betonung bringt zugleich eine längere Dauer der Silbe mit ſich, da eben Zeit dazu erforderlich iſt, die Stimme in kräftigere Schwingungen zu verſetzen. Dann aber findet noch ein anderer, ſehr bemerkenswerter Vorgang ſtatt. Hat der ſtärkere Ton hinreichend lange gedauert, dann klingt er weſentlich ſchwächer beim Übergang zur folgenden Silbe aus, ſo daß auch die dementſprechend abgeſchwächten Reflexe in der folgenden kleinen Pauſe, ohne zu ſtören, erlöſchen können. Über die unbetonten Zwiſchenſilben ſchlüpft die Stimme ſchneller und weniger laut hinweg, um ihre Kraft um ſo nachdrücklicher auf die akzentuierten Silben zu verwenden. Auf dieſe betonten Träger des Redeſinnes achten auch die Zuhörer vorzugsweiſe; die Zwiſchenſilben erraten ſie mehr, als ſie ſie hören. Auf dieſe Weiſe wird dem Redner der Vortrag, dem Zuhörer das Verſtändnis weſentlich erleichtert. Aus ſolchen Erfahrungen und Erfolgen heraus hat ſich die Redekunſt ſo ausgebildet, wie es das Bedürfnis, verſtanden zu werden, erforderte. In größeren Verſammlungsräumen beſteht dieſe Kunſt beſonders darin, die Mitwirkung der Reflexe auszunutzen. Je bedeutender die Abmeſſungen werden, um ſo länger werden auch die Umwege der Reflexe. Mit der Größe des Raumes muß auch der Redner das Tempo des Vortrages verlangſamen, damit die Reflexe Zeit gewinnen, ſich mit dem direkten Schall möglichſt zahlreich zum Nutzen der entfernteren Zuhörer zu vereinen. Für die vordere Hälfte eines größeren Saales iſt dies nicht nötig; dort hat der direkte Schall der Rede allein ausreichende Kraft, um verſtändlich zu ſein, und der Baumeiſter braucht nur dafür zu ſorgen, daß in dieſem Teile keine ſtörenden Reflexe, von glatten Wänden oder von der Decke, ſpät hinterher ſchleppend, in die Reihen der Zuhörer fallen. Flächen, von denen dies zu befürchten iſt, müſſen ſtarke Teilungen erhalten und reliefiert werden. Weniger erforderlich iſt dieſe Vorſicht in der zweiten Hälfte des Saales, da hier die Reflexe von Wänden und Decke immer geringere Umwege gegen den direkten Schall machen, ſich alſo mehr und mehr unterſtützend an ihn anſchließen. Wie weit der Baumeiſter trotzdem Teilung und Reliefierung durchführen oder einſchränken will, bleibt ſeinem Geſchmack überlaſſen. Die Schlußwand aber, die dem Podium oder der Rednertribüne gegenüberliegt, auf die alle Schall- und Tonwellen faſt ſenkrecht auffallen, iſt unter allen Umſtänden mit kräftigem Relief zu verſehen, da anderenfalls von ihr ſehr läſtige Reflexe bis in die vordere Hälfte des Saales zurückgeworfen werden.

47. Reflexionswirkungen.

Den Verluſt, den ein Schall an einer beſtimmten Fläche erleidet, ermittelt man mittels des Fallſtäbchens. Daſſelbe wurde einer glattgeputzten Wand auf

47,50 m Entfernung gegenüber aufgestellt und nun die Reizschwelle des erlöschenden Widerhalles von der Wand ermittelt. Dieselbe Fallhöhe ergab nach der anderen Seite auf freiem Felde die Reizschwelle auf 115 m Entfernung. Durch die Reflexion der Wand wurde der Schall, der dabei einen Weg durchlaufen hat von $2 \cdot 47{,}5 = 95$ m zurückgeführt auf $\frac{95}{115} = 83$ Vomhundert des direkten Schalles; an einem stillen, kühlen Abende ergaben sich sogar 87 Vomhundert. Man wird folgende Abstufung annehmen dürfen:

Wasserspiegel	95	Vomhundert Nutzeffekt
Polierte Steinwand	95	„ „
Polierte Holztäfelung	95	„ „
Angestrichene desgl.	90	„ „
Glattgeputzte Wand	80 bis 85	„ „
Gefugte Wand	75	„ „
Reliefierte Wandfläche	64	„ „
Glattgestrichener Rapputz	50	„ „
Ebene Kiesfläche	50	„ „
Rauhputz (Stipputz)	35 bis 40	„ „
Ausgesteifte Theaterdekoration	35	„ „
Faltige Plüschdraperie	20 bis 30	„ „

Es ist zu erwähnen, daß bei den Holztäfelungen die Resonanz mitwirkt.

Ein deutliches, mäßig lautes Wort ist auf einem freien Platze mit ebener Kiesfläche nach vorn etwa 30 bis 35 m, nach jeder Seite 20 m und nach rückwärts 10 m weit zu verstehen. Ein Redner mit kräftigem Organ wird sich noch weiter verständlich machen. Zur direkten Schallwelle tritt der Reflex des Erdbodens mit 50 Vomhundert hinzu. Bezeichnen wir den direkten Schall mit $^2/_3$, so ist der Bodenreflex gleich $^1/_3$ und die Gesamtwirkung gleich 1. Hieraus kann man diejenige Entfernung ermitteln, bei welcher der direkte Schall ohne jeden Reflex schon allein jene Gesamtwirkung gleich 1 haben würde. Die Rechnung ergibt 24,50 m oder rund 25 m. 48. Tragweite der menschlichen Stimme.

Im Hochwalde verstärken die außerordentlich vielen gebrochnen Reflexe vom Boden, den Stämmen, Ästen, Zweigen u. s. w. den direkten Schall derart, daß die Rede auf 50 m und noch weiter deutlich bleibt.

Es ist eine alte Erfahrung, daß in einem vollen Saale ein Vortrag überallhin besser zur Geltung kommt als in einem leeren. Die Körper der regelmäßig über die Sitze verteilten Zuhörer ragen 1,30 m in den Raum hinein und bieten eine sehr große Zahl zarter Reflexflächen, ganz ähnlich dem Walde. Zugleich fangen sie harte Reflexe ab und verteilen sie vorteilhaft. Sie wachsen in ihrer Menge mit der Entfernung von der Schallquelle und kommen so gerade dem letzten Teile eines Raumes zu Hilfe. Ihre Gesamtwirkung wird man für die entferntesten Reihen eines Konzertsaales mit wagrechtem Fußboden der direkten Schallkraft nahezu gleich setzen dürfen. 49. Reflexe aus den Zuschauerräumen.

Messungen mit dem Fallstäbchen[111]) hatten folgende Ergebnisse:

a) Auf freiem Felde zeigte sich, daß für die doppelte Entfernung nicht die vierfache Schallkraft erforderlich wurde, sondern die dreifache derjenigen bei einfacher Entfernung zur Erregung der Reizschwelle genügte; die Reflexe der Bodenfläche ersetzen das fehlende Viertel.

[111]) Die Fallstäbchenvorrichtung mit Zubehör ist in sorgfältiger Ausführung für 25 Mark bei *Lietzmann* in Berlin (Kommandantenstraße 36) käuflich.



b) Im Walde verlangte die doppelte Entfernung nur die zweiundeinhalbfache Schallkraft. Die Reflexe (siehe Art. 41 S. 64) ergänzten also einundeinhalb Viertel.

c) In den Sälen des Saales der Philharmonie und des Tivoli in Berlin betrug diese Ergänzung durch die Reflexe einundeinhalb bis zwei Viertel. Es genügte für die doppelte Entfernung die zweiundeinhalb- bis zweifache Schallkraft.

d) Punkte im I. Range der Philharmonie verlangten nur $^2/_3$ der Schallkraft, welche für die darunterliegenden Punkte im Parkett nötig war; die höhere Lage begünstigt das Hören.

e) Nahe hinter breiten Pfeilern mußte die doppelte derjenigen Schallkraft aufgewendet werden, welche ohne dieses Hindernis für die Reizschwelle genügt hatte.

Diese Ergebnisse dürfen nicht als abgeschlossen gelten. Es wäre im Gegenteil sehr wünschenswert, daß polytechnische und naturwissenschaftliche Anstalten diese Versuche und Messungen aufzunehmen sich entschlössen. Dazu gehören zwei Personen von Geduld und Ausdauer; ungeduldige Leute werden keine zuverlässigen Ergebnisse erzielen. Die Fallhöhe wird allmählich gemindert, bis der Gehilfe den zarten Schall abwechselnd einmal hört und gleich darauf nicht mehr hört. Die Messungen dürfen nicht viel über 2 Stunden ausgedehnt werden, da das Gehör sich rasch abstumpft.

Überraschend sind für den am Instrument Stehenden die Wirkungen der Interferenzen. Bei der gleichen Fallhöhe klingt der Fallschlag jetzt matt und dumpf und gleich darauf scharf, klar und stark[112]).

50. Resonanz.

Resonanz nennt man die Übertragung der Schallschwingungen eines Körpers auf einen anderen Körper, so daß dieser mitschwingt. Gewöhnlich werden die Schwingungen durch die Luft übertragen. Dies kann aber auch durch alle anderen elastischen Materialien, durch Holz, Eisen, Glas etc., geschehen. Uralt ist die Verwendung der Resonanz bei allen Saiteninstrumenten. Der fadenförmige Körper einer Saite bringt nur wenig Luft zum Mitschwingen; durch den Resonanzboden der Geige wird die Wirkung (nach *Stockes)* 40 000 mal verstärkt. Auch für die Baukunst kennt *Vitruv* bereits die Resonanz hölzerner Täfelungen *(Tabulationes, quas resonare necesse est).* Leider verbieten die feuerpolizeilichen Vorschriften heute eine ausgedehntere Verwendung des Holzes. Der Baumeister muß sich damit auf die Podien der Orchester, der Bühnen, der Konzertsäle, Kanzeln, Rednertribünen u. s. w. beschränken. Will er Deckenwölbungen einigermaßen resonant gestalten, so muß er die Felder in ganz dünnem Drahtputz herstellen. Das Märchen, das *Vitruv* von den Klanggefäßen erzählt *(de theatri vasis),* welche in griechischen Theatern die Stimme der Schauspieler verstärkt haben sollen, habe ich[113]) auf seinen sehr geringen Wert zurückgeführt.

51. Grundform der Säle.

Die Grundrißform eines Saales ist von entscheidendem Einfluß auf die Schallentwickelung. In dem vorher genannten Buche[112]) habe ich durch Konstruktion nachgewiesen, daß bei einem Quadrat von 25 m Seite und für einen Standpunkt des Redners vor der Mitte einer Seite sehr lästige und störende Reflexe von der gegenüberliegenden Seite in den Raum zurückgeworfen werden. Auch die beiden dazwischenliegenden Seiten rechts und links reflektieren unvorteilhaft und lang hinterherschleppend, so daß der ganze mittlere Teil des Raumes in der Deutlichkeit des Hörens empfindlich beeinträchtigt sein würde. Durch Reliefierung aller Wände

---

[112]) Weiteres hierüber in: STURMHOEFEL, A. Centralbau oder Langhaus. Berlin 1897.

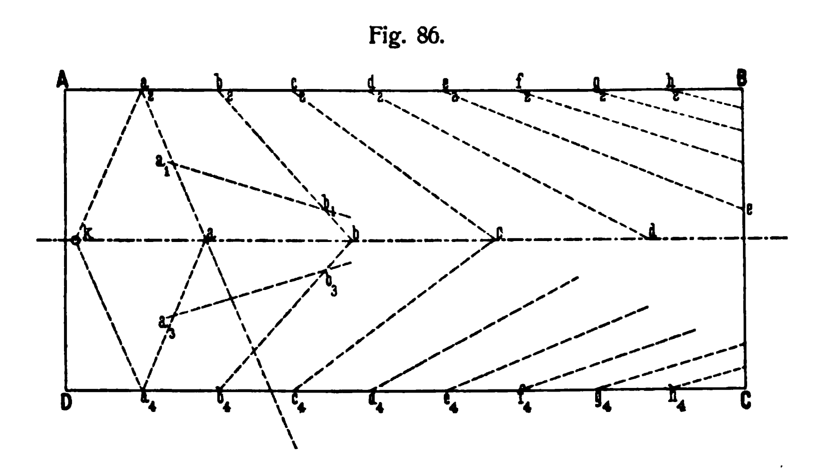
[113]) In: Akustik des Baumeisters oder der Schall im begrenzten Raume. Berlin 1894. S. 73.

in 2,00 bis 2,50^{m} Höhe könnte man den Übelſtand weſentlich mildern, wenn auch nicht völlig beſeitigen.

Eine ähnliche nachteilige Wirkung zeigt ſich beim Sechseck, beim Achteck und beim Kreiſe, alſo bei allen regelmäßigen Figuren, die ſich in einen Kreis einſchreiben laſſen. Immer findet bei ihnen im mittleren Teile des Raumes eine läſtige Konzentration des Schalles ſtatt. Um bei einem Quadrat die Mißſtände zu verhindern, welche hauptſächlich aus der Reflexion der dem Redner gegenüberliegenden Wand entſtehen, liegt es nahe, ſie möglichſt hinauszurücken und ſie zu reliefieren.

Auf dieſe Weiſe geſtaltet ſich das Quadrat zum Rechteck, welches ſehr viel beſſere Bedingungen für die Schallverteilung zeigt als alle Zentralformen. In einem Saale *ABCD* (Fig. 86) von 20^{m} Breite und 45^{m} Länge ſei der Standpunkt des Vortragenden in *k;* dann fällt der Reflex $a_2 a$ mit 13,50^{m} Wegeunterſchied gegen den direkten Schall von *k* nach *a,* der Reflex $b_2 b$ nur noch mit einem Unterſchied von 8,50^{m} nach *b,* ſo daß innerhalb der Fläche $a_1 b_1 a_3 b_3$

Fig. 86.



die Reflexe von der Wand Ab_2 und der Wand Db_4 allein in *a* etwas trübend in die Pauſen fallen, aber ſchon in *b* gar nicht mehr ſtören, ſondern unterſtützen. Noch beſſer ergibt ſich für die Punkte *c, d, e* bei Wegeunterſchieden von 6,50^{m}, 5,00^{m} und 4,00^{m} eine kräftige Unterſtützung des direkten Schalles. Der Baumeiſter wird, um auch für die wenigen Plätze um *a* jede Beläſtigung fernzuhalten, die Wände Ab_2 und Db_4, ſowie endlich die Schlußwand *BC* reliefieren.

Man kann aber auch außerdem dieſe Wände Ab_2 und Db_4 hinausrücken und kommt ſo in logiſcher Weiſe beim Kirchenbau auf die Anordnung der Querſchiffe. Die Vorteile dieſer Form werden ſich übrigens auch ſehr wohl auf große Verſammlungs- und Konzertſäle ausdehnen laſſen.

52. Parlamentsſäle.

Parlamentsſäle ſind bezüglich einer befriedigenden Akuſtik für den Baumeiſter ſchwierige Aufgaben. Der Verkehr zwiſchen dem Präſidium, den Abgeordneten und den Regierungsvertretern muß ſich leicht und bequem geſtalten, ebenſo die Verbindung der Sitze unter ſich und mit der Rednertribüne. Beſonders aber muß man überall gut verſtehen können, was der Abgeordnete ſagt und was vom Regierungstiſch erwidert wird. Der Reichstag und das Abgeordnetenhaus in Berlin zeigen ſo ziemlich dasſelbe Schema (Fig. 87): eine Länge des Raumes von etwa 30^{m} bei einer Breite von etwa 20^{m}; in der Mitte der Längswand das Präſidium; rechts und links davon die Bundesbevollmächtigten mit dem Reichs-

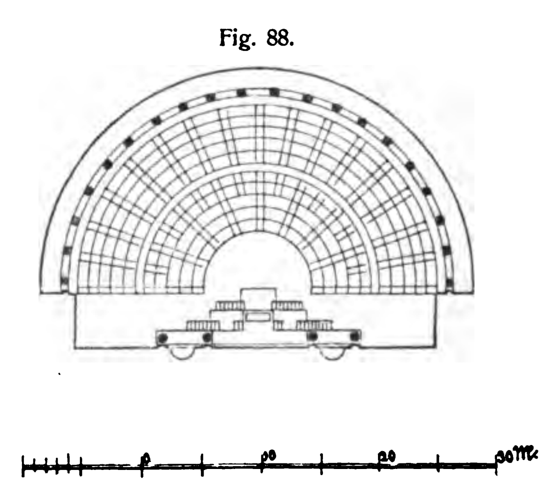
kanzler; davor die Tribüne und etwas tiefer die Stenographen; gegenüber in kreisförmigen Sitzreihen, die durch radiale Gänge geteilt ſind, das Plenum des Hauſes. So überſieht der Präſident das Ganze; ebenſo können die Vertreter der Regierungen das Wort nehmen, ohne ihre Sitze zu verlaſſen. Auch manche Reichsboten ſprechen mit Vorliebe vom Platze, haben es dann aber ſich ſelbſt zuzuſchreiben, wenn ſie nicht ſo gut verſtanden werden wie von der Tribüne. Gute Redner, die die Aufmerkſamkeit des Hauſes zu feſſeln wiſſen, beherrſchen den Raum, der doch nur mäßige Abmeſſungen beſitzt, vollkommen. Es gibt aber auch Abgeordnete, die weder deutlich, noch anregend ſprechen können und bei denen ſich das Intereſſe ihrer Zuhörer ſehr raſch in die ungezwungenſten Privatunterhaltungen auflöſt; ſie erfahren dann von ihren Freunden, daß von dem Vortrag faſt nichts zu verſtehen war.

Fig. 87.

Grundrißſchema der Sitzungsſäle im Reichstagshaus und im Abgeordnetenhaus zu Berlin.

Ein großer Mangel im Reichstagsſaal, wie in dem ziemlich ähnlichen Saale des neuen Abgeordnetenhauſes beſteht in der ungenügenden **Überhöhung der Sitzreihen**, deren letzte nur etwa 1 m über der erſten ſich erhebt. Bei einer Steigung von 1 : 5, die doch wirklich noch recht bequem iſt, wäre die Geſamtüberhöhung rund 3 m und die Hörſamkeit weſentlich größer geweſen. Dies iſt um ſo auffallender, als ein klaſſiſches Beiſpiel hierfür im *Palais Bourbon* zu Paris (Fig. 88) vorlag. Der durch *Joly* 1838 ausgeführte Sitzungsſaal für 500 Abgeordnete zeigt die Form eines antiken Theaters, deſſen Sitze ſich in zweimal ſechs Reihen, durch einen Umgang getrennt, in halbkreisförmigen Ringen zu 2,60 m Endhöhe aufbauen; hinter der oberſten Reihe befindet ſich ein Säulenumgang von 32,50 m Durchmeſſer mit den Tribünen des Publikums; dem Halbrund des Hauſes gegenüber ſind Rednerſtand und Präſidium angeordnet. Dieſe Anordnung iſt würdig, ſchön und praktiſch; denn die Form eines anſteigenden halben Hohlkegels, gegen den vom Mittelpunkte aus geſprochen wird, iſt akuſtiſch ſehr vorteilhaft. Die antiken Theater beweiſen dies noch heute in ihren Trümmern. Das römiſche Theater in Orange (Südfrankreich) iſt in der unteren Hälfte ſeiner Sitzreihen reſtauriert; es faßt 6000 bis 7000 Menſchen (ja bis 10000 Zuhörer, wenn ſie in der oberen Hälfte ſtehen). Oben auf der äußerſten Stützmauer, auf 75 m Entfernung von der Szene, konnte ich die Erklärungen verſtehen, welche der Kuſtode dort unten einigen wißbegierigen Engländern verſetzte.

Fig. 88.



Sitzungsſaal im *Palais Bourbon* zu Paris.

Das Theater dient im August zu Gastvorstellungen, die das *Théâtre français* hier gibt: gewöhnlich antike Stoffe in feierlichen Alexandrinern; außerdem Musikaufführungen, *Gluck's* „Iphigenie" und ähnliches. Auch die provençalischen Dichter tragen ihre Gesänge vor. Es sind Festspiele, zu denen die Zuschauer aus ganz Südfrankreich zusammenströmen und diese Vorstellungen gern als Parallele zu Bayreuth betrachten.

Aus alledem folgt, daß nicht nur der Grundriß, sondern auch die Schnitte — besonders der Längsschnitt — uns Rechenschaft geben über die Hörsamkeit eines Raumes. Die Steigung der Sitzreihen ist hierbei das Wesentliche. Den Gedanken, aus dem vollen Halbkreis des antiken Theaters den besten mittleren Teil von der Orchestra ab fächerförmig sich erweiternd herauszuschneiden, hatten schon *Langhans* wie *César Daly* gehabt. *Wagner* aber hat das hohe Verdienst, diese als die beste erkannte Form durch seine zähe Energie mit vielen Opfern trotz aller Hindernisse im Verein mit *O. Brückwald* 1876 durch das Festspielhaus in Bayreuth verwirklicht zu haben. Seit 2000 Jahren der wichtigste Schritt vorwärts im Theaterbau! 53. Theatersäle.

Diesem Beispiele folgte 1901 das Prinz Regenten-Theater in München (Fig. 89 u. 90), dessen Zuschauerraum die Abmessungen von Bayreuth nahezu genau wiederholte. Statt der 1345 auskömmlichen Sitze im Festspielhaus zeigt das Münchener Theater auf derselben Fläche nur 1106 allerdings sehr reichlich bemessene Plätze. Die Steigung, mit welcher sich die Sitzreihen übereinander aufbauen, ist bei beiden Theatern 1 : 3,8. Die kulissenartig offenen Seitenbegrenzungen in Bayreuth wurden in München durch schräge geschlossene Wände ersetzt. Über die Bedenken gegen diese Änderung konnte ich die Erbauer (Arch. *Heilmann & Littmann)* beruhigen, und diese Zuversicht hat sich nach Eröffnung des Hauses als berechtigt erwiesen. Bei dieser Gelegenheit hatte sich ein internationales Publikum (Theaterdirektoren, Musiker, Berichterstatter aller größeren Blätter etc.) eingefunden, das mit seinem enthusiastischen Beifall nicht kargte.

Die „Frankfurter Zeitung" vom 21. August 1901 schreibt: »Es ist natürlich und gewiß nicht profan, wenn unser Interesse bei diesem Hause, das bestimmt ist, einer erlesenen Kunst zu dienen, zuerst bei dem äußern Rahmen verweilt. Wir genießen das vollendete Werk, das die einfachsten und vornehmsten Bedingungen so klar erfüllt, wie etwas, das wir schon lange unbewußt vermißten. In unsere Freude mischt sich die Verwunderung darüber, wie es möglich war, 25 Jahre vergehen zu lassen, ehe nach Bayreuth ein zweites öffentliches *Wagner*-Reformtheater gebaut werden konnte. Fehlte den Theaterarchitekten in dieser Zeit wirklich die innere Überzeugung und Hochachtung vor dem souveränen Kunstwerk, als sie nach wie vor konventionelle Opernhäuser mit rangunterschiedlichen, übereinandergestaffelten Logenkäfigen bauten? Wahrlich, ein Durchbrechen der Tradition tat Not!«

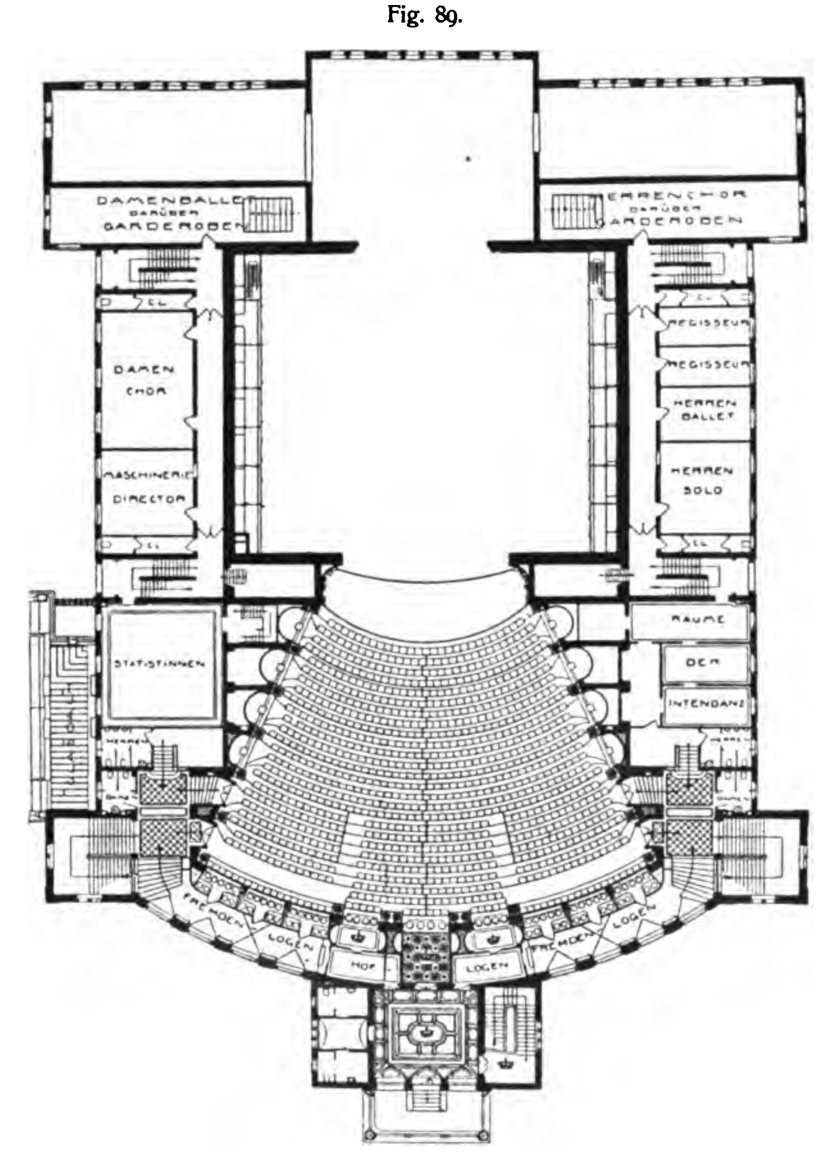
Die Tradition der Rangtheater, von der hier die Rede ist, geht in das XVII. Jahrhundert zurück. Der Zuschauerraum der damals entstandenen fürstlichen Palastbühne hatte einzig und allein den Zweck, die Person des Herrschers zum strahlenden Mittelpunkt zu machen. Er blieb mit seinen Logenrängen das unvermeidliche Vorbild bis in die neuesten Zeiten auch für die Häuser, welche die aufstrebenden Städte der dramatischen und der Tonkunst errichteten, unbekümmert darum, daß die Bedingungen für diese Bauten inzwischen ganz andere geworden waren. Das Trägheitsmoment der Gewohnheit und die liebgewonnene bequeme Schablone waren zu mächtig und widerstandsfähig.

Stellen wir nun einmal die Eigenschaften des Rangtheaters und des amphitheatralen Baues einander gegenüber. 54. Rang- und Amphitheater.

Auch beim Rangtheater ist wegen der Zahl seiner Sitze und wegen seiner Lage das Parkett der Hauptplatz. Soll es eine gleichmäßig gute Hörsamkeit bis hinten hin erhalten, so muß es kräftig ansteigen (Bayreuth und München 1:3,8),

und damit ſind Ränge ſo gut wie ausgeſchloſſen. Höchſtens einer, deſſen Sitzreihen dann aber ziemlich ſteil anſteigen müßten und der nie als ein I. Rang angeſehen werden würde. Die Folge davon iſt ein zahmer Ausgleich zwiſchen den Rängen und dem ſchwach anſteigenden, daher in ſeiner zweiten Hälfte nicht ſehr hörſamen Parkett. Das Sehen iſt dabei auf allen Plätzen durch die Vor-

Fig. 89.

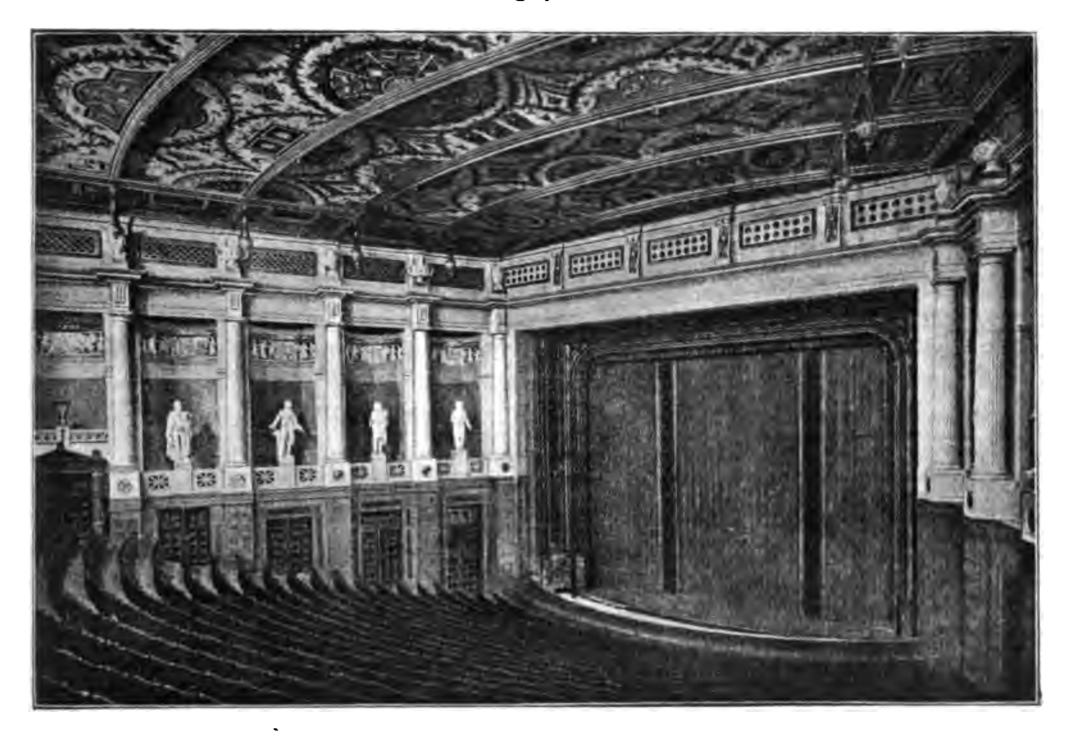


Prinz Regenten-Theater zu München.
Grundriß.

ſitzenden gehindert. Der ſcheinbare Vorzug, die Logenreihen über das Parkett und übereinander zu ſchieben und ſo der Szene zu nähern, wird wieder aufgehoben durch die ſchrägeren Geſichtslinien der Ränge und durch die Entwertung der überdeckten Plätze im Parkett wie in den Logen, deren Hören ſich umſomehr verſchlechtert, je tiefer hinein ſie liegen. Hierzu kommt der mangelhafte Ausblick auf die Bühne, mit dem alle Hinterplätze der Seitenlogen geſegnet ſind.

Beim amphitheatralen Prinz Regenten-Theater gibt es nur ein einziges, freies, mächtig ansteigendes Parkett ohne Rang- und Wertunterschiede. Das gute Sehen wird durch einen Blick auf den Grundriß in Fig. 89 erklärlich. Das gute Hören mag kurz erläutert werden. Der von Bühne und Orchester ausgehende Schall gewinnt, was er an eigener Kraft beim Fortschreiten einbüßt, durch die mit der Entfernung immer reichlicher an allen Flächen des Zuschauerraumes — der einen hierfür sehr günstigen Hohlkegel darstellt — sich bildenden Reflexe, so daß der Ton auch auf den äußersten Reihen und in den Logen keine wesentliche Abnahme erfahren zu haben scheint. Durch die Kurvenform der Stufen, durch seine freie Lage über den unter ihm liegenden Reihen erhält jeder Sitz von diesen allen

Fig. 90.



Prinz Regenten-Theater zu München.
Innenansicht des Zuschauerraumes.

seinen Anteil an zurückgeworfenen feinen Schallpartikelchen, so daß die letzten Sitze auch die totale Wirkung der gesamten Hohlfläche empfangen. (Dieses etwa ist zugleich das Geheimnis der wunderbaren Akustik in den antiken Theatern.) In München helfen hierzu noch wesentlich die geschlossenen Seitenwände, welche die Schallwellen in den Zuschauerraum zurücklenken, während diese in Bayreuth zwischen den offenen Kulissenwänden nutzlos verschwinden.

Wenn nun bei aller Überlegenheit der Amphitheater dennoch die Rangtheater mit ihren Mängeln immer noch vielfach gebaut werden, so geschieht dies unter dem Druck der alten Gewohnheit und unter dem Einfluß eines Publikums, das im Theater nicht so sehr den erhebenden Kunstgenuß als vielmehr angenehme gesellschaftliche Beziehungen und intimere Freuden in den lauschigen Logen sucht. Für diese Bedürfnisse muß es eben Luxustheater geben.

Dagegen eignet ſich zum Volkstheater vorzugsweiſe die amphitheatrale Anordnung. Das Münchener Prinz Regenten-Theater brauchte ſtatt der Logen nur um 10 Stufen erweitert zu werden, um richtig eingeteilt 1600 Sitzplätze zu faſſen. Dieſe 10 Stufen würden eine ſtärkere Steigung zu erhalten haben als 1 : 3,8, etwa 1 : 2,5, und ſich damit dem Steigungsverhältnis der antiken Theater (1 : 2) nähern. Dann würde die Akuſtik auf den äußerſten Plätzen noch vollkommener ſein als die heute ſchon befriedigende in den Münchener Logen. Was überhaupt das tadelloſe Sehen und Hören anlangt, ſo braucht immer nur auf das maßgebende Urteil *Wagner*'s verwieſen zu werden. Das amphitheatrale Parkett hat ferner den großen Vorzug, bei einer eingebildeten oder wirklichen Gefahr durch ſeinen ungetrennten Zuſammenhang jedem Zuſchauer die Möglichkeit zu bieten, jeden der vielen Ausgänge zu erreichen, was bei den verſchiedenen Geſchoſſen eines Rangtheaters unmöglich iſt. Die Baupolizei wird daher bei einem Amphitheater ihre Anforderungen weſentlich mildern und damit den Bau von derartigen Volkstheatern erfreulich fördern können.

55. Theater-orcheſter. Für das Orcheſter, die Tiefe ſeiner Senkung und ſeine Ausdehnung (unter das Proſzenium) wird entſcheidend ſein, welche Vorſtellungen im Theater ſtattfinden ſollen. Für eine *Mozart*-Oper kann das Orcheſter offen und flach liegen; 40 bis 45 Muſiker genügen völlig. *Meyerbeer* verlangt mehr, und noch mehr *Wagner*, der in Bayreuth 110 bis 120, in München bei „Triſtan und Iſolde“ jetzt ſogar 134 Inſtrumente vereint! Dieſer Tonfülle gegenüber würde ja die Stimme des Sängers — und dieſe bleibt doch immer die Hauptſache — gar nicht zur Geltung kommen können, wenn das Orcheſter nicht ſo tief verſenkt und dann noch oben zum Teil verdeckt würde. Auch dies genügt nicht immer, und man hat in München zum Auskleiden mit Stoff ſchreiten müſſen! Dadurch wird die Kraft der Inſtrumente abgedämpft; die Klänge werden mehr zuſammengeſchmolzen; ſie verlieren alles beigemiſchte Geräuſch: das Schluchzen der Bläſer, das Klappern der Ventile, das Kratzen der Bogen etc. Es gibt ketzeriſche Kapellmeiſter, die indeſſen bei aller Hochachtung vor *Wagner* doch ſeinen übertreibenden Nachfolgern gegenüber meinen, daß ein tüchtiger Dirigent auch mit 60 bis 70 Muſikern, die mit Verſtändnis und Liebe bei der Sache ſind, die Opern des großen Meiſters recht befriedigend aufführen könne. Der Boden des Orcheſters braucht dann nicht 4^{m} gegen das Bühnenpodium geſenkt zu werden wie in Bayreuth und kann auch unverdeckt bleiben. Das Mehr oder Minder hierbei iſt ſchließlich eine Geldfrage.

56. Decke des Zuſchauerraumes. Bei allen Theatern wird die Ausbildung der Deckenfläche von erheblicher Bedeutung ſein. Die Felder im letzten Dritteil dieſer Fläche können glatt bleiben, weil ſie günſtig nach den oberen, entfernteſten Zuſchauerreihen reflektieren. Dagegen müſſen die vorderen zwei Dritteile ſtark gegliedert und die Felder kräftig reliefiert werden, da ſie ſonſt hinterherſchleppende und ſtörende Reflexe nach unten hin entwickeln würden.

57. Sitzüberhöhungen. Auf die Notwendigkeit der Sitzüberhöhungen hat ſchon vor 100 Jahren *Rhode*[114]) hingewieſen, ebenſo ſpäter *Lachèz*[115]), dieſem folgend *Favaro*[116]), *Scott Ruſſel* und *Bache*. Sie alle ſchreiben eine mit der Entfernung wachſende Überhöhung der Sitze vor, ſo daß die Steigung derſelben nicht mehr eine gerade Linie, ſondern eine Kurve bildet. Und zwar vorzugsweiſe aus optiſchen

114) In: Theorie der Verbreitung des Schalles für Baukünſtler. Berlin 1800.
115) In: *Acouſtique et optique des ſalles de réunion etc.* Paris 1879.
116) In: *L'acuſtica applicata alla coſtruzione delle ſale per ſpettacoli etc.* Turin 1882.

Gründen. Die wachsende Überhöhung ist aber noch vielmehr der Hörsamkeit wegen erforderlich, damit die freiere Lage gerade den entfernteren Sitzen die bessere Zugänglichkeit der Reflexe immer mehr verschaffe.

Für die Stufenanlagen ist eine Kurve von stets wechselnder Steigung ebenso unbequem wie gefährlich. Man wird daher vorziehen, die Kurve in einzelne gerade Stücke zu zerlegen; und dies hatte ich im Sinne, als ich oben für ein Volkstheater vorschlug, aus der Steigung 1 : 3,8 in die stärkere Steigung 1 : 2,5 für die letzten 10 Sitzreihen überzugehen.

Außer der Kenntnis der Reflexionsgesetze ist diejenige der Sitzüberhöhungen für den Baumeister die bei weitem wichtigste, mag es sich um einen Hörsaal, ein Konzerthaus, eine Kirche, einen Parlamentssaal oder ein Theater handeln: die Abnahme des direkten Schalles muß durch günstige Reflexe und durch Herausheben der entfernteren Sitzreihen ausgeglichen werden.

Konzertsäle pflegen selten ausschließlich für musikalische Aufführungen zu dienen; sie werden meist auch zu Festlichkeiten benutzt und erhalten deshalb einen wagrechten Fußboden, dann aber außerdem Estraden oder Logen. Gewöhnlich an eine Schmalseite ist ein stufenweise ansteigendes Podium für das Orchester und die Sänger gelegt, damit die Erhebung desselben die mangelnde Überhöhung der Sitzreihen etwas ausgleicht. Die ersten Stufen gehören der Streichmusik; dann folgen die Holzbläser und endlich das Blech und die Schlaginstrumente. Der Fußboden des untersten Trittes, auf welchem die Solosänger stehen, muß aus gutem, dünnen Brett bestehen, deren Unterlager deshalb näher zu rücken sind und die mit dem Fußboden des Saales in unmittelbarer Verbindung stehen, um durch ihre Vibrationen eine möglichst große Resonanz des ganzen Raumes zu wecken. Man muß sich erinnern, daß die Tonwellen im Holz fünfzehnmal rascher als in der Luft sich fortpflanzen und dadurch die Gesamtwirkung des direkten Tones und der Reflexe unterstützen. 58. Konzertsäle.

Rednertribünen in Versammlungssälen werden aus ähnlichen Gründen gegen den Fußboden um mehrere Stufen herausgehoben. Der Stand des Redners auf einem leichten Belage mit durchbrochenen Vorderflächen und einer reflektierenden und mitschwingenden getäfelten Rückwand. 59. Rednertribünen, Kanzeln etc.

Dieselben Gesichtspunkte gelten für Kanzeln, deren Fußboden etwa 2,50 m gegen das Kirchenschiff erhöht wird. Je größer die Abmessungen der Kirche sind, umsomehr wird es sich empfehlen, die Kanzel der Resonanz des Holzes wegen aus diesem Material herzustellen. Außer der Rückwand tritt hier zur Verstärkung der Rede noch der Schalldeckel hinzu, welcher besonders nach den entfernteren Sitzen der Schiffe zu reflektieren berufen ist. Außerdem aber soll er die Worte hindern, sich nach oben zu verlieren und vom Gewölbe als störender Nachhall zurückzukommen.

Ihrer erhöhten Lage wegen sind die Sitzreihen auf den Emporen, wenn sie zweckmäßig übereinander ansteigen, gegen die Sitze auf ebener Erde akustisch im Vorteil. Dem unteren Gestühl wird man durch Holzfußboden, durch Täfelungen der Wände und Pfeiler nachhelfen können. Von der Kanzel wird es dem Redner nicht schwer fallen, durch die Reflexe der Rückwand und des Schalldeckels unterstützt und durch das feierliche Tempo der Sprache begünstigt, sich überall hin verständlich zu machen. Schwieriger wird dies dem Prediger, wenn er vor dem Altare freistehend spricht. Damit kein lästiger Reflex von oben her auftritt, werden gerade dort die Felder durch kräftig vortretende Rippen geteilt und mit Rauhputz versehen werden müssen.



60. Höhenlagen der Decken. Die Höhenlage der Decke eines jeden Raumes wird seltener durch akustische als durch künstlerische und konstruktive Rücksichten bestimmt. Ob es nun aber eine wagrechte freiliegende oder geputzte Holzdecke, ob es eine gewölbte Steindecke oder ein leichter Ersatz einer solchen durch Eisenträger und Drahtputzfelder ist, so daß sie sich in der Resonanz der geschalten Decke etwas nähert, immer muß sie sorgfältig daraufhin angesehen werden, wohin sie reflektiert. Die Schallwellen treffen in der ersten Hälfte ziemlich senkrecht bei ihr auf, werden ebenso reflektiert und können leicht für die Zuhörer darunter störend werden. Im zweiten Teile fallen sie mehr und mehr schräge und sind bei nicht zu bedeutender Höhe für die entfernteren Sitze zur Unterstützung des direkten Schalles günstig. Man wird daher die Deckenflächen, ähnlich wie die Wandflächen, durch unterbrechende Träger, Gurtungen, Rippen gliedern und die Felder, wenn körperliches Ornament zu kostspielig erscheint, im ersten Teile rauh putzen müssen. (Siehe den Schluß von Art. 47, S. 67.)

Wo man bei der Decke diese Vorsichtsmaßregeln versäumt hatte, ist man nachträglich auf den verzweifelten und wunderlichen Gedanken geraten, quer durch den Raum Fäden und Netze aus Draht zu spannen, um den lästigen Nachhall zu brechen! Nun marschiert aber der Schall, wie jeder Theaterbesucher weiß, selbst durch ziemlich dichte Wolkenschleier, Gazegardinen etc. hindurch, ohne sich merklich zu mindern. So hatten dann natürlich jene Vorkehrungen nur den Erfolg, das Aussehen des Raumes zu schädigen.

Man kann aber zu einem anderen, zweckmäßigeren Mittel greifen, welches zugleich zum Schmuck des Inneren dient. Man kann in die Achsen des Raumes Kronleuchter hängen, deren Körper, Flammenreifen und Blattornamente den Schall viel wirksamer brechen als jene Netze, und ihn zwingen, nicht nutzlos nach oben zu verschwinden, sondern sich nach den Emporen und nach unten zu verteilen. In der von mir 1875 erbauten Grabkirche auf dem Zentralfriedhof bei Magdeburg-Buckau habe ich den Nachhall aus der Vierungskuppel durch Aufhängen einer großen Bronzekrone mit Erfolg beseitigt.

61. Sprechweise. In Art. 45 (S. 66) ist auf die Wichtigkeit des Zeitmaßes hingewiesen worden, welches sich durchaus nach der Größe des Raumes zu richten hat, wenn der Vortrag befriedigen, d. h. verstanden werden soll. Diesem notwendigen Verständnis treten nicht nur die Unfähigkeit, deutlich zu sprechen, und die erwähnten Rücksichtslosigkeiten des Auditoriums in gewissen Versammlungssälen (Parlamenten) entgegen, sondern bedauerlicherweise auch die sog. „moderne Richtung" in unseren Theatern. Auf der Bühne hat eine Manier Platz gegriffen, die den Dialog derart überstürzt, daß selbst auf den besten Parkettplätzen mittelgroßer Theater (Deutsches Theater, Schauspielhaus in Berlin u. s. w.) ein erheblicher Teil des Vortrages viel mehr erraten als wirklich verstanden wird. *Shakespeare*'s Verse sind nicht leicht zu sprechen; darum soll sich aber niemand an sie wagen, der dieser Aufgabe nicht gewachsen ist. So aber entgehen uns trotz guter Kenntnis seiner Meisterwerke die geistreichsten Beziehungen, die herrlichsten Bilder bei dieser unvernünftigen Redejagd auf der Szene. Das nennt man „intimes Spiel", weil es nur die Schauspieler, sonst aber niemand im Hause verstanden hat. Grundsätzlich sind ja die Zuschauerräume für das Drama weniger ausgedehnt zu gestalten als bei der Oper. Ich entsinne mich aber noch sehr wohl der Zeit, als im Berliner mächtigen Opernhause *Goethe*'s „Faust" gegeben und von uns Bauakademikern, die wir die höchsten und entlegensten Plätze zierten, vorzüglich verstanden wurde. *Hendrichs* und *Berndal* wußten eben zu sprechen und sich dem Raume anzupassen!

Uber die Hörſamkeit auf verſchiedenen, entfernteren Punkten eines größeren Saales iſt das Fallſtäbchen wohl geeignet, ſicheren Anhalt zu geben. Das durch den Fallſchlag des Apparates erzeugte Geräuſch iſt den Geräuſchen der Konſonanten zu vergleichen. Erſt wenn die Konſonanten einer Rede hörbar werden, wird dieſe ſelbſt verſtändlich. (Siehe Art. 43, S. 65.) 62. Unterſuchung der Hörſamkeit.

So zeigt das Inſtrument auf der Rednertribüne, auf dem Podium, auf dem Proſzenium etc. durch die Fallhöhen, welche für die Reizſchwelle an den einzelnen Orten notwendig werden, die Anſtrengungen an, die Redner, Schauſpieler u. ſ. w. machen müſſen, um dort verſtanden zu werden. Für jeden Punkt muß dies natürlich 15 bis 20 mal wiederholt und daraus der Durchſchnitt genommen werden.

Im vorſtehenden finden meine Fachgenoſſen in gedrängter Kürze vereint, was mir nach jahrelanger Beſchäftigung mit den uns angehenden Schallgeſetzen als das Wichtigſte für die praktiſche Tätigkeit des Baumeiſters erſchienen iſt. Alle Äußerungen des Schalles unterliegen einfach den Kräftegeſetzen und haben nicht das mindeſte Geheimnisvolle. Die Grundlagen für die ganze Entwickelung ſind die Erfahrungen, welche jeder kennt, jeder nachprüfen kann. Ebenſo offen und klar liegen für jeden die Folgerungen, die Nutzanwendungen. Zu meinem Bedauern hat ſich bisher niemand gefunden, der dieſe Materie weiter ausbaut, die Meſſungen vervollſtändigt und berichtigt. Denn dieſer Berichtigungen bedarf jede Erfahrungswiſſenſchaft. Einen verſtändigen Weg, der zum Ziele führt, glaube ich gewieſen zu haben. 63. Schlußwort.

Die gerechten Anſprüche, welche das Publikum an die Hörſamkeit der Räume ſtellen kann, müſſen erfüllt werden. Es darf keine Anſtrengung, keine Überlegung, keine Mühe zu groß ſein. Andererſeits aber brauchen wir uns dann keine unverdienten Ausſtellungen gefallen laſſen, mit denen eine voreilige Kritik leicht bei der Hand iſt. An mehr als einer Stelle habe ich deswegen darauf hingewieſen, daß die „mangelhafte Akuſtik“ recht oft mehr Schuld des Vortragenden wie die des Baumeiſters iſt!

Literatur

über „Akuſtik der Räume“.

DUMONT, G. M. *Parallèle des plans des plus belles ſalles de ſpectacle de l'Italie et de la France.* Paris 1766.

PATTE, P. *Eſſai ſur l'architecture théâtrale.* Paris 1782.

SAUNDERS, G. *A treatiſe on building theatres.* London 1790.

STIEGLITZ, CH. L. Encyclopädie der bürgerlichen Baukunſt etc. Ueber Schauſpielhaus. Leipzig 1792—98.

LANGHANS, C. G. Vergleichung des neuen Schauſpielhauſes zu Berlin mit verſchiedenen älteren und neueren Schauſpielhäuſern in Rückſicht auf akuſtiſche und optiſche Grundſätze. Berlin 1800.

RHODE, J. G. Theorie der Verbreitung des Schalls für Baukünſtler. Berlin 1800.

CATEL, L. Vorſchläge zur Verbeſſerung der Schauſpielhäuſer. Berlin 1802.

WEINBRENNER, F. Ueber Theater in architektoniſcher Hinſicht mit Beziehung auf Plan und Ausführung des neuen Hoftheaters zu Carlsruhe. Tübingen 1809.

LANGHANS, C. F. Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakuſtik. Berlin 1810.

WETTER, J. Unterſuchungen über die wichtigſten Gegenſtände der Theaterbaukunſt, der vortheilhaften Formen des Auditoriums und der zweckmäßigen Anordnung der Bühne und des Proſceniums, in optiſcher und akuſtiſcher Hinſicht. Mainz 1829.

OTTMER, C. T. Architektoniſche Mittheilungen. Abth. 1: Das Königſtädter Schauſpielhaus zu Berlin etc. Braunſchweig 1830.

LACHEZ. *Sur l'optique et acouſtique des ſalles de réunion publique.* Paris 1848.

HENRY, J. *On acouſtics applied to public buildings. Annual report of the Smithſonian inſtitution etc. for the year 1856.* Waſhington 1857.

A few gropings in practical acouſtics. Builder, Bd. 8, S. 411, 421.
On the arrangement of buildings with reference to ſound. Building news, Bd. 4, S. 1178, 1195, 1228.
HAEGE. Bemerkungen über Akuſtik, mit Bezug auf öffentliche Bauwerke in den Vereinigten Staaten und in England. Zeitſchr. f. Bauw. 1859, S. 581.
LANGHANS. Principien der Akuſtik und ihre Anwendung bei Theaterbauten. Zeitſchr. f. Bauw. 1860, S. 330.
SMITH, T. *On acouſtics. Builder,* Bd. 18, S. 815, 833.
SMITH, T. R. *A rudimentary treatiſe on the acouſtics of public buildings.* London 1861.
HELMHOLTZ, H. Die Lehre von den Tonempfindungen etc. Braunſchweig 1862. — 4. Aufl. 1877.
The acouſtic properties of rooms. Builder, Bd. 19, S. 469, 578.
ORTH. Verhältniß der Akuſtik in baulicher Beziehung. Zeitſchr. f. Bauw. 1864, S. 296.
TYNDALL, J. *Sound.* London 1867. — 4. Aufl. 1883.
Akuſtiſche Neuigkeiten. Wochbl. d. Arch.-Ver. zu Berlin 1867, S. 369.
TYNDALL, J. *Sound: A court of eight lectures.* London 1869. — Deutſche Ausg. von H. HELMHOLTZ & G. WIEDEMANN. Braunſchweig 1874.
Acouſtics and buildings. Builder, Bd. 27, S. 402.
Gutachten des Königl. Geh. Regierungsraths Prof. Dr. DOVE über die bei der Errichtung eines neuen Domes in Berlin zu beobachtenden Rückſichten auf Akuſtik. Zeitſchr. f. Bauw. 1871, S. 245. Deutſche Bauz. 1871, S. 231.
ORTH. Die Akuſtik großer Räume mit ſpeciellem Bezug auf Kirchen. Zeitſchr. f. Bauw. 1872, S. 189. — Auch als Sonderabdruck im Buchhandel erſchienen: Berlin 1872.
SAELTZER, A. *Treatiſe on acouſtics in connection with ventilation.* London 1873.
Akuſtik. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1874, S. 30, 46.
DREW, TH. *On the application of wires to remedy acouſtic defects in public buildings. Builder,* Bd. 32, S. 477.
Der Entwurf zu einem Volks-Opernhauſe für Paris. Der Schall im Theater. Deutſche Bauz. 1876, S. 344.
Notiz zur Akuſtik großer Räume. Deutſche Bauz. 1877, S. 330.
LÖFFLER. Akuſtik im geſchloſſenen Raume. Wochſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1877, S. 115.
HENRY, J. *Reſearches on ſound. Annual report of the Smithſonian inſtitution etc. for the year 1879.* Waſhington 1879.
Aphorismen über Akuſtik. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 13.
The acouſtic properties of buildings. Building news, Bd. 36, S. 410. NOSTRAND's *electric engng. mag.,* Bd. 22, S. 153, 369.
Concert rooms and ſound. Building news, Bd. 37, S. 277.
The acouſtical improvement of large halls. Engng., Bd. 28, S. 399; Bd. 30, S. 136, 148.
Effect of the motion of the air within an auditorium upon its acouſtic qualities. Builder, Bd. 37, S. 44. *Philoſoph. magaz.,* Bd. 7, S. 111.
WATSON, T. L. *The acouſtics of public buildings. Building news,* Bd. 38, S. 234, 245.
An experiment in acouſtics. Building news, Bd. 39, S. 176.
Vorrichtungen in Wänden, Decken und Sitzbänken bei Kirchen, Theatern, Kuppeln, Parlaments- und anderen Hörſälen zur Beförderung der Akuſtik durch Deflexion der Schallwellen. Deutſche Bauz. 1881, S. 9.
Die Verbeſſerung der Akuſtik in Hörſälen. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 160.
Aus der Lehre vom Schall. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1881, S. 50, 57.
LACHEZ, TH. *Acouſtique et optique des ſalles de réunion etc.* Paris 1881.
OAKEY, A. F. *Acouſtics in architecture. Architect,* Bd. 40, S. 195.
Acouſtics in architecture. Engineering magazine 1881. Building news, Bd. 41, S. 391.
FAVARO, A. *L'acuſtica applicata alla coſtruzione delle ſale per ſpettacoli e pubbliche adunanze.* Turin 1882.
Verbeſſerung der Akuſtik durch Netze von Metalldrähten. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 78. Geſundh.-Ing. 1882, S. 217.
Ueber die Akuſtik der Säle. St. Gallen 1886.
EICHHORN. Die Akuſtik großer Räume nach griechiſcher Theorie. Deutſche Bauz. 1886, S. 22.
EICHHORN, A. Die Akuſtik großer Räume nach altgriechiſcher Theorie etc. Berlin 1888.
STURMHOEFEL, A. Scene der Alten und Bühne der Neuzeit. Berlin 1889.
Die akuſtiſchen Verhältniſſe einiger römiſchen Kirchen. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 188.
KENT, H. C. *A diſtinction in the acouſtic purpoſes of public buildings. American architect,* Bd. 39, S. 9.

STURMHOEFEL, A. Akuſtik des Baumeiſters oder: Der Schall im begrenzten Raume. Berlin 1894. — 2. Aufl.: Dresden 1898.
STURMHOEFEL, A. Neues über Schallmeſſung. Deutſche Bauz. 1894, S. 24.
SMITH, T. R. *Acouſtics in relation to architecture and building.* Neue Aufl. London 1895.
ROSS. Grundzüge der Raumakuſtik mit beſonderem Bezug auf den Theaterraum. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1896, S. 19.
STURMHOEFEL, A. Centralbau oder Langhaus? Erörterung der Schallverhältniſſe in Kirchen. Berlin 1897.
Der Schallſucher. Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 591.
EICHHORN, A. Der akuſtiſche Maasſtab für die Projectbearbeitung großer Innenräume etc. Berlin 1899.
HÜBBE. Nach- und Wiederhall in Predigtkirchen und Hörſälen. Zeitſchr. f. Arch. u. Ing., Wochausg., 1900, S. 193.
Acouſtical properties of buildings. Building news, Bd. 79, S. 311, 347.
SABINE, W. C. *Architectural acouſtics. American architect,* Bd. 68, S. 3, 19, 35, 43, 59, 75, 83.

3. Kapitel.

Glockenſtühle.

Von C. KÖPCKE.

64. Allgemeines.

Schon ſeit dem frühen Mittelalter finden wir für gottesdienſtliche Zwecke die Türme der chriſtlichen Kirchen, ſpäter auch die Feſtungs- und Rathaustürme (Belfriede) für die Zwecke der bürgerlichen Gemeinden mit Glockengeläuten verſehen; jedoch kommen erſt ſeit der Mitte des XIII. Jahrhundertes größere gegoſſene Glocken vor, deren Anbringung und Bewegung uns hier zu beſchäftigen hat[117]).

Eine Glocke ſtellt einen Rotationskörper dar, welcher beim Anſchlagen in Transverſalſchwingungen gerät, deren Knotenpunkte in zwei ſich rechtwinkelig kreuzenden Durchmeſſern liegen, welche die Klangfigur bilden, während der Körper an der Durchkreuzungsſtelle in der Achſe feſtgehalten wird. Maßgebend für die Höhe des Haupttones einer Glocke iſt außer dem größten Durchmeſſer die Wandſtärke nächſt dem unteren Rande, wohin der Klöppel trifft. Die Stärke an dieſer Stelle heißt der Schlag und bildet im weſentlichen die Grundlage für alle übrigen Abmeſſungen der Glocke, deren Verhältniſſe im Laufe der Zeit für größere Bezirke ziemlich feſtſtehende geworden ſind. Bei ähnlichen Glocken aus demſelben Material ſteht die Tonhöhe in umgekehrtem Verhältnis zur Größe; eine Glocke alſo, welche einen um eine Oktave höheren Ton geben ſoll als eine andere, muß linear halb, an Inhalt alſo $^1/_8$ ſo groß ſein als die den Grundton liefernde. Der Achſenſchnitt einer Glocke wird die Rippe genannt, und man kennt in Mitteleuropa namentlich die deutſche und die franzöſiſche Rippe, welche hauptſächlich dadurch voneinander abweichen, daß bei der deutſchen Rippe der untere Durchmeſſer 14 Schlag und die Höhe 10,27 Schlag, bei der franzöſiſchen der untere Durchmeſſer 15 Schlag und die Höhe 12 Schlag groß ſind.

Indes ſind die Gewichte der Glocken auch bei der Anwendung derſelben Rippe nicht ohne weiteres aus der Tonhöhe oder dem Durchmeſſer zu berechnen; es kommt vielmehr bei dieſer Berechnung zunächſt das Material in Frage. Bekanntlich werden die Glocken faſt ausſchließlich aus Bronze — etwa $^3/_4$ bis $^4/_5$ Kupfer und $^1/_4$ bis $^1/_5$ Zinn gegoſſen; es kommen aber auch Glocken aus Gußſtahl und Gußeiſen vor, welche ungeachtet der etwa gleichen Geſtalt und Größe deshalb nicht gleich hohe Töne wie Bronzeglocken geben können, weil die Tonhöhe (Zahl der transverſalen Schwingungen in der Zeiteinheit) mit dem Elaſtizitätskoeffizienten und umgekehrt mit dem Einheitsgewichte zunimmt. Da nun Gußſtahl einen größeren Elaſtizitätskoeffizienten und ein kleineres Einheitsgewicht als Bronze hat, ſo müſſen Gußſtahlglocken höhere Töne geben als Bronzeglocken von gleichen Abmeſſungen; ſie müſſen daher behufs Erzielung gleich hoher Töne entweder durchweg größer oder bei gleichen äußeren Abmeſſungen mit dünneren Wandungen verſehen ſein als Bronzeglocken; tatſächlich werden die Stahlglocken leichter, und zwar nach der *Junck*'ſchen Tabelle[118]) mit ca. 72 bis 75 Vomhundert des Gewichtes der Bronzeglocken hergeſtellt.

[117]) Nach: VIOLLET-LE-DUC's *Dictionnaire raiſonné de l'architecture francaiſe* (Bd. III, S. 355) wurden bis zum XII. Jahrhundert die Glocken nur angeſchlagen, nicht geſchwungen. Als die vorhandenen romaniſchen Türme mit ſchweren ſchwingenden Glocken ausgeſtattet wurden, traten viele Beſchädigungen ein, denen man im gotiſchen Zeitalter durch ſolidere Bauart vorzubeugen ſuchte.

[118]) In: JUNCK, D. V. Wiener Bauratgeber etc. Wien 1880. S. 249.

Indes iſt ſelbſt bei Verwendung gleichen Materials wegen der mechaniſchen Einwirkungen der flüſſigen Glockenmaſſe auf die Gußform äußerſt ſchwer, das Glockengewicht von vornherein genau zu beſtimmen; ſodann aber iſt es auch nicht zweckmäßig, den Glocken eine vollkommen ähnliche Form zu geben, wenn mehrere derſelben zuſammen ein Geläute bilden ſollen, weil die Glocken je nach ihrer Geſtalt außer dem Hauptone noch mehrere andere Töne, insbeſondere die nächſthöhere Oktave und dazwiſchen die kleine oder große Terz oder Quarte unterſcheiden laſſen. Da nun beiſpielsweiſe drei Glocken, wovon die größte den Grundton *C*, die mittlere die große Terz *E* und die kleinſte die Quinte *G* liefert, während alle drei daneben die ihrem Hauptone zugehörige große Terz als Zwiſchenton geben, die Töne

C	*E*	*C*	
	E	*Gis*	*E*
		G	*H*	*G*

unterſcheiden laſſen und ſomit wegen des gleichzeitigen Vorkommens der Töne *G* und *Gis*, ſowie *H* und *C* einen höchſt unharmoniſchen Klang erzeugen würden, ſo iſt es notwendig, bei der mittleren Glocke durch Abänderung ihrer Form ſtatt des *Gis* ein *G* (alſo die kleine Terz) und bei der kleinſten Glocke ſtatt des *H* ein *C* (alſo eine Quarte) zu ſtande zu bringen. Iſt es hiernach ſchon gar nicht zuläſſig, die Glocken genau ähnlich herzuſtellen, ſo kommt als fernere Urſache von Abweichungen der bis jetzt noch beſtehende Mangel an einer genügenden wiſſenſchaftlichen Glockenakuſtik, infolgedeſſen ein gewiſſes Herumtappen bei der Wahl der Abmeſſungen und oft das Beſtreben der Glockengießer hinzu, möglichſt an Material zu ſparen, und es iſt daher erklärlich, daß die vorhandenen Tabellen über Glockengewichte große Abweichungen untereinander aufweiſen.

Wir haben das Vorſtehende deshalb hier einleitungsweiſe erwähnen zu müſſen geglaubt, um den Leſer auch in der Glockenkunde einigermaßen zu orientieren, namentlich aber, um der irrigen Annahme zu begegnen, als ſeien alle Glocken von gleicher Tonhöhe auch gleich groß und ſchwer, eine Annahme, die wir der Einfachheit halber und weil es ſich bei der Berechnung der Glockenſtuhlkonſtruktionen nur um die Kraftwirkungen beim Läuten handelt, gleichwohl behufs Berechnung von Zahlenbeiſpielen zu Grunde legen werden.

a) Theoretiſche Unterſuchungen.

65. Elemente der Berechnung.

Eine ſchwingende Glocke iſt als ein phyſiſches Pendel anzuſehen. Man bedarf daher behufs der Ermittelung der Kraftwirkungen beim Schwingungsvorgange und der Schwingungszeit der Kenntnis der Lage ihrer feſten Drehachſe, des ſtatiſchen und des Trägheitsmoments, ſomit auch ihrer Maſſe und der Lage ihres Schwerpunktes. Alle die geſuchten Größen ſind auf den größten Glockendurchmeſſer am unteren Rande als Einheit zu beziehen. Im folgenden iſt die deutſche Rippe [119], als die in Deutſchland gebräuchlichſte, den Ermittelungen zu Grunde gelegt, und die benötigten Werte ſind dadurch möglichſt genau ermittelt worden, daß das Profil zunächſt in eine Anzahl von Ringen zerlegt wurde, welche man einzeln als Kegel anſah und demnächſt die Summe der für den Hohlraum gefundenen Größen von der Summe der für die Oberfläche berechneten ſubtrahierte [120]).

Die gefundenen Größen ſind unter Nichtbeachtung der Henkel der Glocken folgende:

Inhalt der Glocke	$Q = 0{,}052292\ D^3$;
Abſtand des Schwerpunktes vom Scheitel der Glocke .	$= 0{,}500045\ D$;
Höhe des Schwerpunktes über der Grundebene . . .	$= 0{,}2346\ D$;
Trägheitsmoment in Bezug auf eine parallel der Grundebene gelegte Schwerpunktsachſe	$J = 0{,}005437\ D^5 \frac{\gamma}{g}$,
oder	$J = 0{,}10397\ Q D^2 \frac{\gamma}{g}$ [121]).

[119]) Dieſelbe iſt beſchrieben und gezeichnet zu finden in:
OTTE. Glockenkunde. Leipzig 1858. S. 63.
RAU, E. Glockengießerkunſt. Allg. Bauz. 1872, S 330.

[120]) Bei dieſer recht mühſamen Arbeit hat mir der ſeitdem als Finanz- und Baurat leider verſtorbene Ingenieur *Otto Klette* vortreffliche Hilfe geleiſtet, deren ich an dieſer Stelle dankend gedenke.

[121]) Mit einer Glocke von 518 mm unterem Durchmeſſer und 73,5 kg Gewicht, einſchl. der ſog. Krone, angeſtellte Pendelverſuche haben ſich dieſe Zahlen als für unſere Zwecke hinlänglich zutreffend erwieſen.

Für Glocken, die nach der franzöſiſchen Rippe geformt ſind, hat *Schinz*[122]) durch Zerlegen des Glockenprofils der Höhe nach in 20 Ringe, „welche ohne erheblichen Fehler ſo angenommen werden konnten, als ob die ganze Maſſe im Umfange des Kreiſes durch die Schwerpunkte der Querſchnitte gleich verteilt ſei“, gefunden: den Inhalt zu $2\pi \cdot 7041{,}5\, p^3$, worin p einen Punkt oder $\frac{1}{90}$ des unteren Durchmeſſers bezeichnet. Demnach würde in D ausgedrückt der Inhalt ſein

$$Q = 0{,}059373\; D^3.$$

Für das Trägheitsmoment, bezogen auf einen unteren Durchmeſſer, findet *Schinz*

$$J = 2\pi \cdot 1348\,897\; p^5 = 0{,}014827\; D^5 \frac{\gamma}{g}\,.$$

Rechnet man dagegen unſeren obigen Wert entſprechend um, ſo folgt (nach Gleichung 42 in Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte, S. 266 dieſes „Handbuches“[123])

$$J_1 = J + 0{,}23462^2\; Q\, D^2 \frac{\gamma}{g} = D^5 \frac{\gamma}{g} (0{,}005437 + 0{,}2346^2 \cdot 0{,}052292) = 0{,}008315\; D^5 \frac{\gamma}{g}\,,$$

welcher Unterſchied aus der länglicheren Form des von *Schinz* benutzten Glockenprofils zum Teile zu erklären iſt.

Der Unterſchied wird geringer, wenn man das Trägheitsmoment in Q und D^2 ausdrückt, mithin den Rauminhalt, welcher bei der *Schinz*'ſchen Glocke gegenüber der deutſchen Glocke im Verhältnis von 59 : 52 größer iſt, ausſcheidet; alsdann findet ſich bei *Schinz*

$$J_1 = 1914 p^2\, Q \frac{\gamma}{g}\,,$$

oder durch $8100 = 90 \times 90$ dividiert,

$$J_1 = 0{,}236\; Q\, D^2 \frac{\gamma}{g}\,,$$

während ſich bei unſerer Glocke findet:

$$J_1 = 0{,}159\; Q\, D^2 \frac{\gamma}{g}\,.$$

Endlich iſt zur Erklärung dieſes Unterſchiedes darauf hinzuweiſen, daß bei uns der Schwerpunkt um $0{,}2346\, D$ über dem unteren Rande liegt, dagegen bei *Schinz*:

$$\frac{\text{Statiſches Moment}}{\text{Rauminhalt}} = \frac{2\pi \cdot 204803\, p^4}{2\pi \cdot 7041{,}5\, p^3} = 29{,}08\, p = 0{,}323\, D\,,$$

ein Unterſchied, der ſich aus der größeren Höhe ($0{,}8\, D$ gegen $0{,}7346\, D$ bei der deutſchen Glocke) allein nicht erklärt und der ſomit eine noch ſonſt abweichende Maſſenverteilung vorausſetzen läßt.

Das Gewicht einer Glocke von 1^{m} Durchmeſſer nach der deutſchen Rippe ergibt ſich nach unſerer obigen Ziffer beim Einheitsgewicht von 8,81 zu $0{,}052292 \cdot 8810 = 460{,}7^{\text{kg}}$, ausſchl. der zur Befeſtigung an die Drehachſe dienenden Teile, der ſog. Krone. Dagegen wiegen die nach dieſer Rippe vom Glockengießer *Große* ausgeführten Glocken der *Johannis*-Kirche in Dresden[124]), einſchl. der Krone: die *C*-Glocke von $1{,}57^{\text{m}}$ Durchmeſſer $1853{,}5^{\text{kg}}$ oder, durch Diviſion mit $1{,}57^3$ auf 1^{m} Durchmeſſer reduziert, $478{,}3^{\text{kg}}$; die *E*-Glocke von $1{,}22^{\text{m}}$ Durchmeſſer 912^{kg} oder, auf 1^{m} Durchmeſſer reduziert, $502{,}2^{\text{kg}}$; die *G*-Glocke von $1{,}05^{\text{m}}$ Durchmeſſer 503^{kg} oder, auf 1^{m} Durchmeſſer reduziert, 434^{kg}, während, wie in Fußnote 121 angegeben, eine zur Vornahme von Pendelverſuchen benutzte Glocke von 518^{mm} Durchmeſſer $73{,}5^{\text{kg}}$ wog.

Wie man ſieht, ſind dieſe Abweichungen nicht unerheblich; als Durchſchnitt findet ſich für einen Durchmeſſer von 1^{m}

$$\frac{1853{,}5 + 912 + 503 + 73{,}5}{1{,}57^3 + 1{,}22^3 + 1{,}05^3 + 0{,}518^3} = 478{,}7^{\text{kg}}\,,$$

während die nach franzöſiſcher Rippe gegoſſene, von *Schinz* unterſuchte *Des*-Glocke (in der Heiligengeiſt-Kirche zu Bern) bei $1{,}575^{\text{m}}$ Durchmeſſer ein Gewicht einſchl. Krone, „auf welche $125{,}5^{\text{kg}}$ gerechnet worden ſind“, von 2376^{kg} beſitzt; demnach, auf 1^{m} Durchmeſſer reduziert, das Gewicht von $\frac{2376}{1{,}575^3} = 608{,}1^{\text{kg}}$ und, wenn man, um mit unſerem Wert von $460{,}7^{\text{kg}}$ für einen Durchmeſſer von 1^{m} ohne Einrechnung der Krone einen Vergleich anzuſtellen, das Kronengewicht abrechnet, ſo folgt $\frac{2250{,}5}{1{,}575^3} = 576^{\text{kg}}$.

---

122) Siehe ſeinen am 26. Dez. 1863 in Bern gehaltenen und veröffentlichten Vortrag.

123) 2. Aufl.: Gleichung 18.

124) Nach gefälliger Angabe ihres Verfertigers. — Abbildungen des Stuhles geben Fig. 111 bis 114.

Schinz gibt nun an, daß dieses tatsächliche Gewicht sich größer herausgestellt habe, als sich unter Zugrundelegung des Durchmessers und der der französischen Rippe entsprechenden Profilverhältnisse ergibt, und es findet sich auch aus der vorhin angegebenen Ziffer das theoretische Gewicht zu nur $0{,}059378 \cdot 1{,}575^3 \cdot 8810 = 2043{,}5$ kg oder, für 1 m Durchmesser berechnet, zu 523,8 kg, ausschl. der Krone.

Man wolle aus diesen Beispielen entnehmen, daß die Glockengewichte, abgesehen selbst von der Verschiedenheit ihrer Form, auch bei beabsichtigter Herstellung ähnlicher Profile und gleichem unteren Durchmesser noch ziemlich bedeutende Abweichungen ergeben und daß die dafür bestehenden Tabellen [125]) zwar Anhalte für eine Veranschlagung — wofür sie bestimmt sind — nicht aber für jeden Einzelfall zutreffende Zahlen geben können. Sodann ist wenigstens beiläufig zu bemerken, daß ältere Glocken verhältnismäßig noch bedeutendere Höhen haben, als sich auch nach dem französischen Profil ergeben würden.

Wegen aller dieser Abweichungen erscheint es mindestens geraten, das Gewicht, bezw. den Rauminhalt der Glocken bei der Berechnung für sich aufzuführen, und daher soll in folgendem in der Regel demgemäß verfahren und mit dem Werte

$$J = 0{,}10397\, Q \frac{\gamma}{g} D^2$$

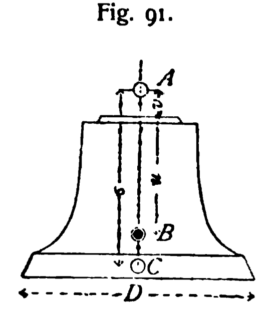
gerechnet werden.

66. Kräftewirkungen der Glockenschwingungen.

Die Wirkung der schwingenden Glocken auf ihre Lager und damit auf die Glockenstühle ist außer von der Größe der Glocken noch von der Lage der Drehachse über dem Schwerpunkte abhängig.

Bei der gewöhnlichen Aufhängungsart liegt die Drehachse stets erheblich höher als die Krone der Glocke, und zwar fand sich bei mehreren deshalb angestellten Messungen der Abstand v (Fig. 91) zu $1\,^2/_3$ Schlag oder, da 14 Schlag auf den Durchmesser gehen, $v = 0{,}119\, D$.

Fig. 91.



Wird nun vom Eigengewichte der Achse, wie vom statischen und Trägheitsmomente derselben, welche augenscheinlich auf Verkleinerung der Zentrifugalkraft und somit der Beanspruchung hinwirken, im Interesse der Sicherheit abgesehen, so ergibt sich für die Glocke allein der Abstand s des Schwingungspunktes C von der Drehachse A

$$s = \frac{(u+v)^2 Q + J}{Q\,(u+v)} = u + v + \frac{J}{Q\,(u+v)},$$

oder in Zahlen

$$s = (0{,}500045 + 0{,}119)\, D + \frac{0{,}10397\, Q\, D^2}{Q\,(0{,}500045 + 0{,}119)\, D} = 0{,}787\, D.$$

Unter Annahme eines bestimmten Ausschlagwinkels und damit der Bogenhöhe h des vom Schwingungspunkte beschriebenen Weges ist die Schwingungszeit

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{h}{2s} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \left(\frac{h}{2s}\right)^2 + \dots\right]}.$$

Für die Ermittelung der Kräftewirkungen haben wir vom Abstande s des Schwingungspunktes von der Drehachse Gebrauch zu machen.

---

[125]) Eine solche ist in der »Deutschen Bauzeitung« (1870, S. 238) enthalten und in *Klasen*'s »Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen« (Leipzig 1876, S. 230) auszugsweise wiedergegeben. Darin ist eine Glocke von 1 m Durchmesser zu 587 kg Gewicht veranschlagt.

Die im »Deutschen Baukalender« für das Jahr 1901 (S. 19) enthaltene Tabelle ergibt Werte zwischen 470 und 600 kg, wenn man die angegebenen Gewichte durch die dritte Potenz des Durchmessers (in Met.) dividiert.

Es sei nun (Fig. 92) für eine beliebige Stelle der Schwerpunktsbahn die Fallhöhe x; alsdann ist die auf Bewegung verwandte mechanische Arbeit (abgesehen von den passiven Widerständen) gleich der gewonnenen lebendigen Kraft. Somit besteht, wenn die Winkelgeschwindigkeit ω ist und $v + u = r$ gesetzt wird, die Gleichung

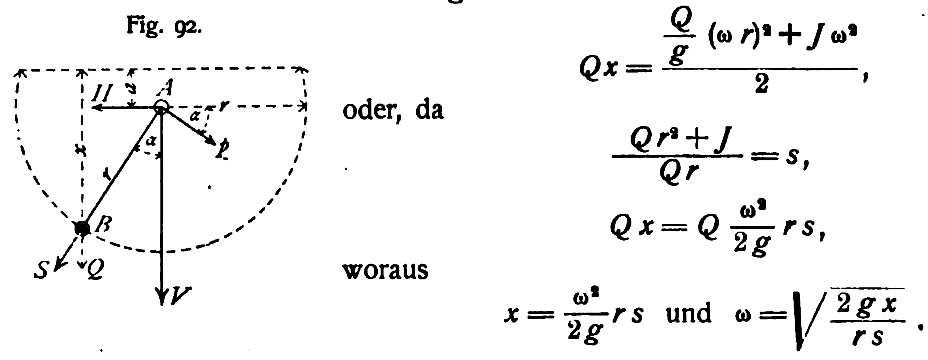


Fig. 92.

$$Qx = \frac{\frac{Q}{g}(\omega r)^2 + J\omega^2}{2},$$

oder, da

$$\frac{Qr^2 + J}{Qr} = s,$$

$$Qx = Q\frac{\omega^2}{2g}rs,$$

woraus

$$x = \frac{\omega^2}{2g}rs \quad \text{und} \quad \omega = \sqrt{\frac{2gx}{rs}}.$$

Nehmen wir nun an, daß der Schwerpunkt bei der höchsten Lage der Glocke sich um die Größe a über die Drehachse erhebt, dann ist die Fallhöhe beim Neigungswinkel α gegen die Lotrechte

$$x = a + r\cos\alpha;$$

da ferner $d\alpha = \omega\, dt$ gesetzt werden kann, so ist

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s}\sin\alpha.$$

Wird nun das Massenelement mit m, sein Abstand von der Drehachse mit ρ und seine Geschwindigkeit mit v bezeichnet, so ist die Zentrifugalkraft $c = \frac{mv^2}{\rho}$, und, da $v = \rho\omega$ ist,

$$c = m\rho\omega^2.$$

Dies ist das statische Moment des Elements multipliziert mit dem Quadrat der Winkelgeschwindigkeit; folglich ist für den ganzen Körper die Zentrifugalkraft gleich $\frac{Q}{g}r\omega^2$.

In derselben Richtung wirkt die nicht zur Hervorbringung von Beschleunigung tätige Seitenkraft des Glockengewichtes $= Q\cos\alpha$; somit ist die Spannung in der Pendellinie der Glocke

$$S = Q\left(\cos\alpha + \frac{r}{g}\omega^2\right),$$

oder, da $\omega^2 = \frac{2gx}{rs}$,

$$S = Q\left(\cos\alpha + \frac{2x}{s}\right).$$

Da wir es hier nicht mit einem mathematischen Pendel zu tun haben, so kann die Beschleunigung der Winkelbewegung nur zu stande kommen unter gleichzeitiger Erzeugung eines Widerstandes p der Drehachse in rechtwinkeliger Richtung zur Mittellinie; der Hebelsarm ist der Schwerpunktsabstand r, und es ergibt sich aus der Gleichsetzung von Arbeit und Kraft

$$pr\omega\, dt = J\omega\, d\omega \quad \text{oder} \quad pr = J\frac{d\omega}{dt}.$$

Setzt man für $\frac{d\omega}{dt}$ den vorhin gefundenen Wert $\left(\frac{d\omega}{dt} = \frac{g}{s} \sin \alpha\right)$ ein, o ift

$$p = \frac{J}{r} \frac{g}{s} \sin \alpha .$$

Die wagrechte Kraft der fchwingenden Glocke ift nun

$$H = S \sin \alpha - p \cos \alpha ,$$

oder, für S und p die gefundenen Werte eingefetzt,

$$H = Q \left(\cos \alpha + \frac{2x}{s}\right) \sin \alpha - \frac{Jg}{rs} \sin \alpha \cos \alpha .$$

Ebenfo ift die lotrechte Kraft

$$V = S \cos \alpha + p \sin \alpha = Q \left(\cos \alpha + \frac{2x}{s}\right) \cos \alpha + \frac{Jg}{rs} \sin^2 \alpha \text{ [126]},$$

woraus für einen beftimmten Fall die Wirkungen einer fchwingenden Glocke auf ihre Lager zu berechnen find.

Beifpiel. Für eine in gewöhnlicher Weife aufgehängte Glocke ift der größte Wert der wagrechten Kraft zu berechnen, wenn die Mittellinie der Glocke im äußerften Falle um 20 Grad über den Horizont fich erhebt.

Unter Zugrundelegung der oben angegebenen Zahlen, fowie unter Beachtung des Umftandes, daß

$$x = r (\sin 20° + \cos \alpha) \quad \text{und} \quad r = (0{,}500045 + 0{,}119) D = 0{,}619045 \, D ,$$

alfo $r \sin 20° = 0{,}619045 \cdot 0{,}34202 \, D = 0{,}211726 \, D$, ift

$$H = Q \left[\left(\cos \alpha + 2 \, \frac{0{,}211726 + 0{,}619045 \cos \alpha}{0{,}787}\right) \sin \alpha - \frac{0{,}10397}{0{,}619045 \cdot 0{,}787} \sin \alpha \cos \alpha \right]$$

oder

$$0{,}787 \, \frac{H}{Q} = 1{,}857138 \sin \alpha \cos \sigma + 0{,}423452 \sin \alpha .$$

Die Bedingung des Größtwertes für H ift fomit

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0{,}22801 \cos \alpha ,$$

$$\cos \alpha = - 0{,}057 + \sqrt{0{,}503249} = 0{,}6524 ,$$

woraus

$$\alpha = 49° \, 16' \, 38'' .$$

Der größte Wert der wagrechten Kraft aber ift

$$\frac{H}{Q} = \frac{\frac{1{,}857138}{2} \sin 98° \, 33' \, 16'' + 0{,}423452 \sin 49° \, 16' \, 38''}{0{,}787} = 1{,}562 .$$

Die größte wagrechte Kraft ift demnach etwa das $1^1/_2$-fache des Glockengewichtes, und es tritt ihre Wirkung bei jeder Schwingung fowohl nach der einen, wie nach der anderen Bewegungsrichtung ein; der Turm, wie der Glockenftuhl werden demnach abwechfelnd mit diefer Intenfität in ganz kurzen Zwifchenräumen bald nach der einen, bald nach der entgegengefetzten Richtung wagrecht beanfprucht.

Die größte lotrechte Kraft entfteht beim Durchfchreiten der Lotrechten für $\alpha = 0$, und es betragen Zentrifugalkraft und Schwere zufammen

$$V = Q \left(1 + \frac{2x}{s}\right) ,$$

$$\frac{V}{Q} = 1 + \frac{2 \cdot 1{,}34202 \cdot 0{,}619045}{0{,}787} = 3{,}10869 .$$

Der größte lotrechte Druck ift demnach etwas größer als das 3-fache der ruhenden Glockenlaft.

---

[126]) Siehe auch *Keck*'s abgekürzte Herleitung in: *Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1872, S. 635.

Die Schwingungsdauer findet ſich, da $h = s\ (1 + \sin\ 20°) = 1{,}34302\ s$, zu

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \frac{1{,}34202'}{2} + \left(\frac{3}{2 \cdot 4}\right)^2 \left(\frac{1{,}34202}{2}\right)^2\right]} = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\ 1{,}2308}\ ,$$

und, da $s = 0{,}787\ D$, ſo ergibt ſich

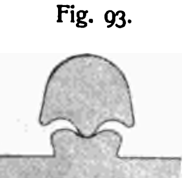
$$t = \pi \sqrt{\frac{D}{g}\ 0{,}96864}\ ,$$

d. h. alſo: man kann bei in gewöhnlicher Weiſe aufgehängten Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont geſchwungen werden, als Schwingungsdauer diejenige eines wenig ausſchlagenden mathematiſchen Pendels von einer Länge gleich 0,97 des größten Glockendurchmeſſers annehmen [127]).

67. Verminderung der Zapfenreibung.

Die bedeutende Zentrifugalkraft, welche beim Schwingen der Glocken entſteht, iſt ſelbſtverſtändlich Urſache eines großen Reibungswiderſtandes, ſobald man gewöhnliche Zapfen von zylindriſcher Form verwendet, welche in einem zylindriſchen Lager ſich bewegen. Um nun die Reibung und damit die zum Läuten aufzuwendende Arbeit zu vermindern, hat man verſchiedene Anordnungen getroffen.

Fig. 93.

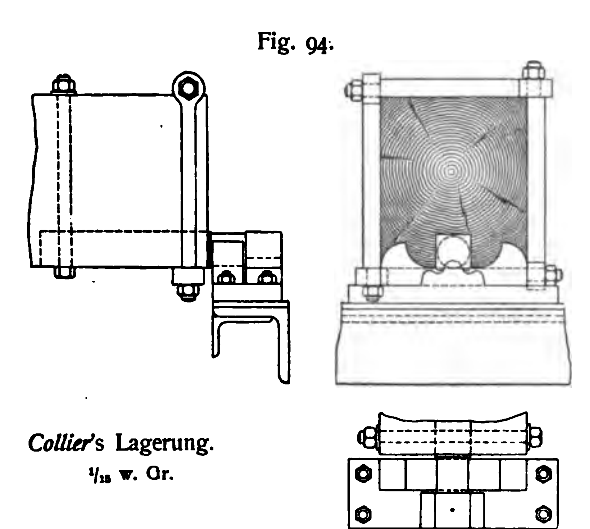


Offenes Zapfenlager.
1/4 w. Gr.

Eine der einfachſten dieſer Anordnungen, welche u. a. beim Geläute im Katharinenturme zu Osnabrück zur Anwendung gekommen iſt, zeigt Fig. 93.

Der Zapfen von 28 mm Halbmeſſer iſt an der Auflagerſtelle nach einem Halbmeſſer von nur 6 mm abgerundet, und dadurch wird nahezu dieſelbe Wirkung erzielt, als wenn man eine Schneide angewandt hätte, zumal da infolge des größeren Halbmeſſers des Lagers auf dem größten Teile des Glockenweges ein Gleiten des Zapfens überall nicht eintritt. Daß die beiden Aushöhlungen des Zapfens in Verbindung mit der entſprechenden Form des Lagers geeignet ſind, die Glocke bei hohem Schwingen am Verlaſſen des Lagers zu hindern, bedarf lediglich des Hinweiſes.

Fig. 94.



Collier's Lagerung.
1/15 w. Gr.

Anders iſt die von *Collier* in Berlin angegebene, vielfach und mit gutem Erfolge ausgeführte Anordnung (Fig. 94), bei welcher nicht Gleit-, ſondern Rollbewegung des Zapfens ſtattfindet.

Der (mittels Haken eingeſetzte) Zapfen ruht auf einer ebenen Gußplatte, die in der Mitte ihres äußeren Randes einen Zahn trägt, über den eine Nut im Zapfenende faßt, wodurch die wälzende Bewegung begrenzt und das Ausgleiten des Zapfens verhindert wird.

Eine ähnliche Vorkehrung benutzt Glockengießereibeſitzer *Bierling* in Dresden, nur mit dem Unterſchiede, daß er außerhalb des glatten Zapfens ein Zahnrad, deſſen Teilkreisdurchmeſſer demjenigen des Zapfens gleich iſt und deſſen Zähne in eine im Lager angebrachte Verzahnung greifen, anwendet.

Man hat zu dem gleichen Zwecke der Verminderung der Reibung auch Friktionsſcheiben, bei alten Geläuten meiſt bloße Pendelſtützen, auf deren konvexer

---

[127]) Die größtmögliche mechaniſche Wirkung des Schwingens einer Glocke entſteht, wenn $x = 2\ r$ wird oder die Glocke mit der Offnung nach oben die Lotrechte erreicht. Man erhält dann als Größtwert

$$\frac{H}{Q} = 1{,}796 \ \text{für}\ \alpha = 55°\,57'\,21''.$$

Für den Augenblick des Durchſchreitens des tiefſten Punktes erhält man in dieſem Falle $\frac{V}{Q} = 4{,}140$.

Außenſeite der Zapfen ſich bewegt, zur Anwendung gebracht, neuerdings aber mit großem Vorteile auf Schneiden gehängte Stahlbügel angewandt, welche als Sektoren von hohlen Friktionsſcheiben angeſehen werden können, auf deren konkaver Seite der Zapfen ſich bewegt.

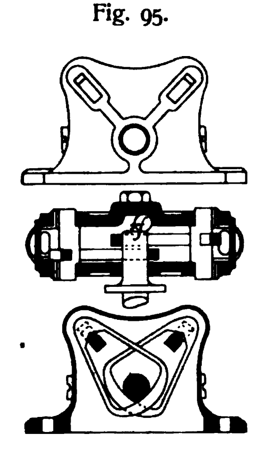
Dieſe Konſtruktion iſt zuerſt bei den Bochumer Stahlglocken zur Anwendung gekommen, und wir geben in Fig. 95 [128]) eine Abbildung derſelben.

Zur Erläuterung iſt nur zu bemerken, daß das Gehäuſe aus Gußeiſen beſteht, alle übrigen Teile aus Stahl hergeſtellt ſind und die Kugel *f* lediglich den Zweck der Verhinderung einer Bewegung der Achſe in der Längsrichtung hat.

68. Verſchiedene Glockenarmierungen.

Selbſtverſtändlich kann die Verminderung der Zapfenreibung der Glocken zunächſt nur dazu dienen, die beim Läuten aufzuwendende, beim Bewegen großer Glocken höchſt bedeutende mechaniſche Arbeit herabzumindern. Da indeſſen die gedachten Aufhängungsmethoden zugleich noch die Eigentümlichkeit beſitzen, nur einen mäßigen Ausſchlag der Glocken zuzulaſſen, und zwar etwa ſoweit, daß am höchſten Punkte der Schwingung eine den oberen und unteren Rand der Glocke im kleinſten und größten Durchmeſſer berührende Linie wagrecht zu liegen kommt — was beiläufig einer Schwingung von wenig über 65 Grad um die Lotrechte entſpricht — ſo werden bei deren Anwendung auch die Kräftewirkungen auf den Glockenſtuhl und damit auf den Turm herabgemindert.

Fig. 95.



Bochumer Glockenlager [128]).

Vom Bochumer Verein für Gußſtahlfabrikation iſt neuerdings ein mechaniſches Geläute eingeführt worden, bei welchem die Menſchenarbeit nahezu wegfällt. Eine der bekannteſten Ausführungen iſt diejenige in der Georgen-Kirche zu Berlin. Eine von einem Elektromotor getriebene Seilſcheibe wird im Beginne des Läutens mit der Hand gegen eine mit der Glockenachſe in Verbindung ſtehende Scheibe gedrückt, welche durch die Reibung in Drehung verſetzt wird. Sobald die Glocke in das Schwingen gebracht iſt, was durch wiederholtes Andrücken und Abrücken der Scheibe geſchieht, wird das periodiſche Anpreſſen ſelbſttätig bewirkt. Es iſt zu bemerken, daß die Glocken nicht hoch ſchwingen und daher auch auf den Glockenſtuhl und Turm weniger ſtark einwirken als in gewöhnlicher Weiſe aufgehängte und geſchwungene Glocken. Eine eingehende Beſchreibung gibt die Patentſchrift D. R.-P. Nr. 101494, zweiter Zuſatz zum Patente 94966 vom 2. Mai 1897.

Den Zweck der Verringerung der Horizontalwirkung durch Einſchränkung des Ausſchlages verfolgt auch die Zapfenanordnung des Glockengießereibeſitzers *Kurtz* in Stuttgart, die mit der *Ritter*'ſchen inſofern einige Ähnlichkeit hat, als der Zapfen eine Scheibe bildet, die nicht auf einer ebenen, ſondern einer konvexen, feſten Lagerfläche ſich wälzt, während ebenſo wie bei der *Bierling*'ſchen Lagerung eine Verzahnung die Lage ſichert.

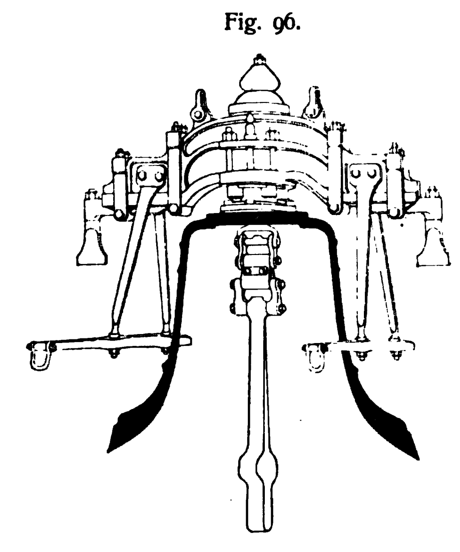
Bei den Konſtruktionen von *Pozdech* und von *Ritter* wird namentlich eine bedeutende Abminderung der Schwingungswirkungen der Glocken durch Tieflegen der Schwingungsachſe derſelben behufs Schonung der Türme bezweckt. Die ausgedehnte Anwendung dieſer Anordnungen rechtfertigt ein näheres Eingehen auf dieſelben.

---

[128]) Nach: Deutſche Bauz. 1871, S. 215 – und: Proſpekt des Bochumer Vereins für Bergbau- und Gußſtahlfabrikation.

Von einer Glocke mit der *Pozdech*'ſchen Einrichtung geben wir in Fig. 96 eine perſpektiviſche Abbildung, in welcher zugleich der Achſenſchnitt (die Rippe), Form und Aufhängung des Klöppels und die beiden zum Anbringen der Zugſeile beſtimmten Hebel zu erkennen ſind. 69. Glockenarmierung von *Pozdech*.

Fig. 96.



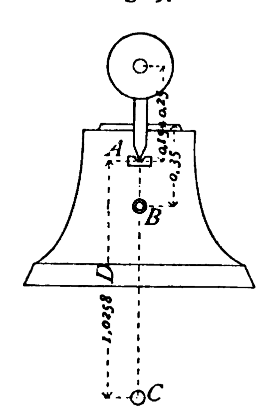
Pozdech's Glockenarmierung.

Wie aus dieſer Abbildung zu entnehmen, liegen die Stützpunkte der im Kirchturme zu Friedrichſtadt-Dresden befindlichen Glocke (die Schneiden der meißelartigen Anſätze des Glockenhelmes) nicht über, ſondern unter dem Glockenſcheitel, mithin dem Schwerpunkte der Glocke bedeutend näher als bei der gewöhnlichen Aufhängung. Das Ergebnis der angeſtellten Meſſungen iſt in Fig. 97 ſchematiſch wiedergegeben.

Man kann die Schwere des Helmes, einſchl. des Gegengewichtes, zu $^1/_4$ des Glockengewichtes und ſeine Schwerpunktsabſtand über dem Glockenſcheitel zu $^1/_4$ des unteren Durchmeſſers annehmen, während die Drehachſe um 0,15 des unteren Durchmeſſers unter dem Glockenſcheitel liegt. Wird nun auf das (verhältnismäßig kleine) Trägheitsmoment des Helmes ſamt Gegengewicht um ſeine eigene Schwerlinie, ebenſo wie vorhin bei der gewöhnlichen Aufhängung, keine Rückſicht genommen, dann iſt der Abſtand des Schwerpunktes B vom Glockenſcheitel für die ganze ſchwingende Maſſe

$$r_1 = \frac{Q \cdot 0{,}500045 - {}^1/_4\, Q \cdot 0{,}25}{Q + \frac{Q}{4}} D = 0{,}35004\, D\,.$$

Fig. 97.



Das Trägheitsmoment des Ganzen um die Schwerpunktsachſe iſt, da die Verſchiebung des Schwerpunktes durch das Gegengewicht $(0{,}500045 - 0{,}35004)\ D = 0{,}15\ D$ beträgt, gleich

$$J + \left(0{,}15^2\ Q + 0{,}6^2\ \frac{Q}{4}\right) D^2,$$

und, da $J = 0{,}10397\ Q\,D^2$, gleich $0{,}21647\ Q\,D^2$.

Die Schwingungsachſe liegt $0{,}15\,D$ unter dem Glockenſcheitel, mithin in einem Abſtande $A\,B = 0{,}35 - 0{,}15 = 0{,}2\ D$ über dem Schwerpunkte.

Daher iſt das Trägheitsmoment des Ganzen in Bezug auf die Schwingungsachſe

$$J_1 = 0{,}21647\ Q\,D^2 + 0{,}2^2\ Q\,D^2 = 0{,}25647\ Q\,D^2.$$

Das ſtatiſche Moment iſt

$${}^5/_4\ Q\,r_1 = \frac{5}{4}\ Q \cdot 0{,}2\ D = 0{,}25\ Q\,D,$$

ſomit der Abſtand s des Schwingungspunktes von der Achſe

$$s = \frac{0{,}25647}{0{,}25\,Q\,D}\ Q\,D^2 = 1{,}02588\ D.$$

Der Ausſchlagwinkel der Glocken iſt meiſt 50 Grad und äußerſtenfalls zu etwa 78 Grad anzunehmen. Hieraus ergibt ſich die größte Fallhöhe für einen beliebigen Punkt der Schwerpunktsbahn zu

$$x = r_1 \,(\cos\alpha - \cos 78^0),$$

und die wagrechte Kraft bei einem Neigungswinkel α gegen die Lotrechte, wenn Q das Gewicht der eigentlichen Glocke darſtellt, zu

$$H = \frac{5}{4}\,Q\left[\cos\alpha + \frac{2\cdot 0{,}2}{1{,}02588}(\cos a - 0{,}20791)\right]\sin\alpha - \frac{0{,}21647\;Q}{0{,}2\cdot 1{,}02588}\sin\alpha\cos\alpha,$$

$$\frac{H}{Q} = 0{,}682\,\sin\alpha\,\cos\alpha - 0{,}101332\,\sin\alpha.$$

Dieſer Ausdruck gibt einen Größtwert für

$$\sin\alpha = -\,0{,}03715 + \sqrt{0{,}501380} = 0{,}67093;$$

daher iſt

$$\alpha = 42^0\;8'\;20'',$$

und für dieſe Stellung der Glocke

$$\frac{H}{Q} = \frac{0{,}682}{2}\sin 84^0\;16'\;40'' - 0{,}101332\,\sin 42^0\;8'\;20'' = 0{,}271316.$$

Die größte wagrechte Kraft iſt alſo nur $^8/_{11}$ des Glockengewichtes oder etwa $^1/_6$ $\left(=\frac{0{,}271316}{1{,}562}\right)$ derjenigen Kraft, die beim Läuten einer in gewöhnlicher Weiſe aufgehängten Glocke auf Verſchiebung des Glockenſtuhles zur Wirkung kommt.

Die größte lotrechte Kraft ergibt ſich für $\alpha = 0$ zu

$$V = \frac{5}{4}\,Q\left(1 + \frac{2\,x}{s}\right),$$

$$\frac{V}{Q} = \frac{5}{4}\left(1 + 2\cdot 0{,}2\,\frac{1 - 0{,}20791}{1{,}02588}\right) = 1{,}55727.$$

Da das Geſamtgewicht der Glocke, einſchl. der Armatur, $^5/_4\,Q$ beträgt, ſo kommt auf die Zentrifugalkraft nur etwa $^1/_4$ des Gewichtes.

70. Glockenaufhängung von *Ritter*.

Die *Ritter*'ſche Methode der Glockenaufhängung beſteht darin, daß ſtatt eines Zapfens, wie bei der gewöhnlichen, oder einer Schneide, wie bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung, eine Scheibe, welche auf einer wagrechten Ebene rollt und zur Verhütung allfälligen Gleitens ſeitlich mit Zähnen verſehen iſt, zur Anwendung kommt.

Fig. 98.

Anſicht. *Schnitt.*

Ritter's Glockenaufhängung.

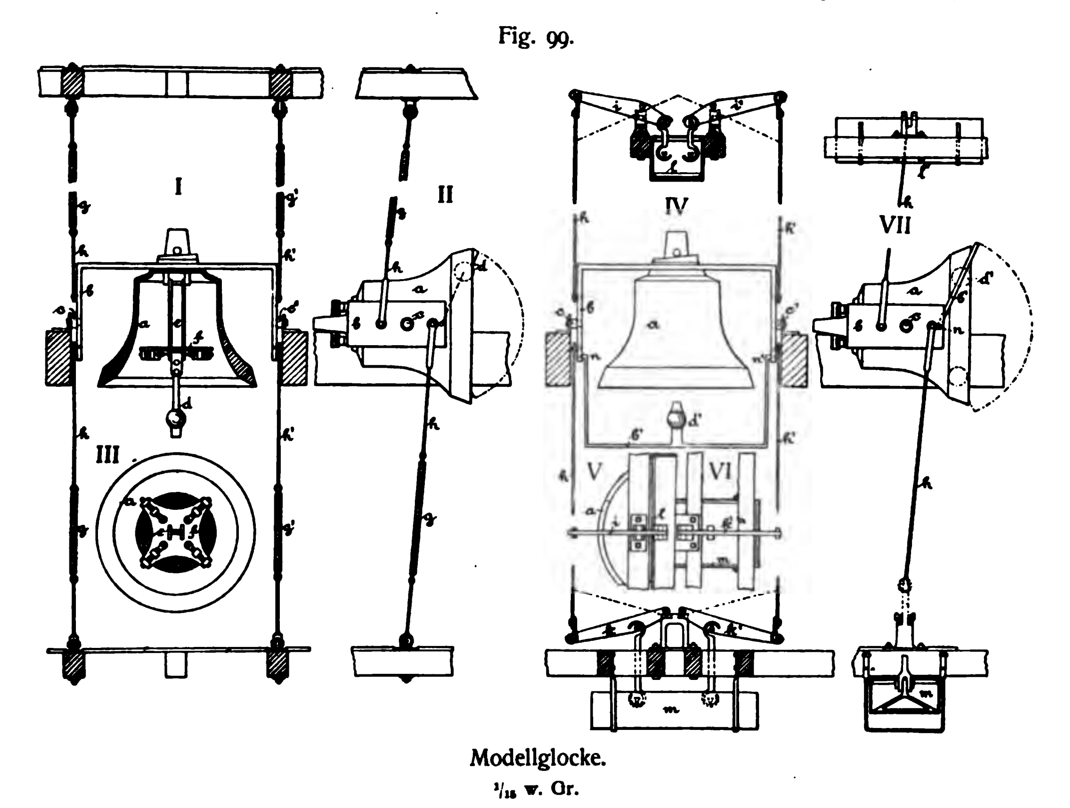
Wie Fig. 98 zeigt, haben die Scheiben zwar eine ovale Form; allein es kommt auch beim ſtärkſten Läuten nicht einmal der untere halbkreisförmige Teil, ſondern davon nur höchſtens etwa der Bogen von 156 Grad zum Abrollen, indem der größte Ausſchlag, etwa wie bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung, 78 Grad beträgt. Mithin beſchreibt jeder Punkt des ganzen Syſtems beim Schwingen eine Zykloide, und dieſe Zykloiden

ſind für alle Punkte, welche über den Umfang der Scheibe hinausliegen, verſchlungene.

Die Schwingungsdauer eines Pendels dieſer Zuſammenſetzung iſt von *Euler* für kleine Ausſchlagwinkel berechnet und in *Jullien*'s *„Problèmes de mécanique rationelle“* (Paris 1855), Bd. 2, S. 65 abgeleitet.

Für die Verhältniſſe, wie ſie bei einer nach *Ritter*'s Syſtem aufgehängten Glocke beſtehen, nämlich mäßig große Ausſchlagwinkel, einen verhältnismäßig kleinen Scheibenhalbmeſſer und ein großes Trägheitsmoment der Maſſe um ihren eigenen Schwerpunkt, kann man einfach die Scheibenmittelpunkte als feſte Endpunkte der Drehachſe betrachten, und es ſtimmen mindeſtens die über die Schwingungsdauer beim Geläute in Werdau, welches im Jahre 1867 nach

Fig. 99.



Modellglocke.

$^1/_{15}$ w. Gr.

Ritter's Syſtem hergerichtet wurde, vom Verfaſſer gemachten Beobachtungen mit dieſer Annahme überein.

Dieſer Gegenſtand wird bei der in Art. 75 vorzuführenden Beſchreibung des Werdauer Geläutes noch weiter verfolgt werden.

Wie es bei einer Tiefenlage der Schwingungsachſe unter dem Glockenſcheitel nach *Pozdech*'s oder *Ritter*'s Anordnung nicht anders ſein kann, vermag der Klöppel, deſſen Aufhängepunkt höher als die Schwingungsachſe liegt, nicht mit der Glocke auf und ab zu ſchwingen; er hängt vielmehr ſo lange ziemlich unbewegt herab, bis die Glocke gegen ihn ſtößt. Um nun bei gleich tiefer oder noch tieferer Achslage, die ſich der Schwerpunktshöhe beliebig nähern kann und damit eine beliebige Abminderung der Zentrifugalkraft erreichbar macht, das richtige Anſchlagen zu bewirken, hat Verfaſſer dieſes den Vorſchlag gemacht, neben der bereits vom Glockengießer *Bour* in Metz ausgeführten Schaffung eines tieferen 71. Glocken-aufhängung des Verf.

Aufhängepunktes des Klöppels in der Glocke den durch die Tiefenlage der Achſe erwachſenden Verluſt an ſtatiſchem Moment der Glocke durch eine äußere Kraft zu erſetzen, und zwar in der Weiſe, daß eine gleichzeitige erhebliche Vermehrung der Fliehkraft vermieden wird. Eine entſprechende Anordnung zeigt Fig. 99 (I bis VII). Dieſe Darſtellungen ſind dem D. R.-P. Nr. 105250 (vom 25. Febr. 1898) entnommen; ſie geben die zur Probeausführung benutzten Modelle mit Glocke von 30 ^{cm} unterem Durchmeſſer und 14,75 ^{kg} Gewicht.

Abb. I bis III ſtellen die Anordnung dar, bei welcher Federn g, g_1 die Arbeitsſammler bilden, deren Spannung durch die Stangen h, h_1 auf die Glocke a übertragen wird, an deren Gebälk b ſymmetriſch zur Schwingungsachſe c, c_1 die Angriffspunkte ſich befinden. Die Federſpannungen heben ſich innerhalb des Glockenſtuhles auf, deſſen Unterlage ſomit keinerlei wechſelnde Wirkungen durch ſie erfährt. Der Klöppel d hängt an Stangen e um etwa 2 bis 3 Schlag unter der Schwingungsachſe c, c_1. Unter der Vorausſetzung, daß es ſich wie beim Modell um Schaffung des tiefliegenden Aufhängepunktes in einer alten Glocke handle und die Stangen e einer Abſtützung f gegen die Glocke bedürfen, iſt eine Platte angebracht, die durch Schrauben die Glocke in den nicht mittönenden 4 Meridianen berühren. Die Unterſicht in Fig. III dürfte die Anordnung klar machen.

Abb. IV bis VII geben die Anordnung wieder, welche bei der Wahl einer ſich auf und ab bewegenden Laſt als Arbeitsſammler zu treffen iſt. Die Laſten l und m hängen an den kurzen Armen der Hebel i, i_1 und k, k_1, an deren langen Armen die Stangen h, h_1, die wie vorhin zur Bewegung der Glocke dienen, angreifen. Die Laſten bewegen ſich nur lotrecht auf kurzen Wegen mit geringem Wechſel in ihren Schwerewirkungen. Abb. V und VI geben je die Hälfte einer Draufſicht des oberen und unteren Hebelpaares wieder.

Um die durch Abſtützung des Aufhängepunktes des Klöppels mögliche Störung des Glockenklanges zu vermeiden, iſt, wie Abb. IV und VII erkennen laſſen, der Klöppel in Geſtalt eines Bügels b_1 ganz außerhalb der Glocke angebracht und an einer Fortſetzung des Gebälkes b nach unten am Zapfen drehbar aufgehängt.

Eine der bisherigen Ausführungen, bei welcher ſtets Federn die Arbeitsſammler bilden, zeigen Fig. 100 bis 106, von denen Fig. 103 bis 105 perſpektiviſche und geometriſche Darſtellungen der größten Glocke der Lukaskirche in Dresden geben.

Der Aufhängepunkt des Klöppels iſt durch eine Gabel aus Bronze geſchaffen, die mittels eines ſtarken runden Bodens an die Krone der Glocke durch eine Zentralſchraube mit Mutter auf dem Gebälke befeſtigt iſt. Zur Bemeſſung der Größe der äußeren Kraft — bis jetzt ſind Federn zur Anwendung gekommen — diene das folgende.

Um ein ebenſo günſtiges Anſchlagen des Klöppels wie bei der gewöhnlichen Aufhängung, wo die Achſe $1^2/_3$ Schlag (vergl. Fig. 91 S. 82) über der Glockenkrone liegt, zu erzielen, wird man dieſelbe Schwingungsperiode, alſo dieſelbe ſtellvertretende Pendellänge zu ſchaffen haben. Dieſe Länge iſt gefunden zu

$$s = 0{,}787\,D,$$

während bei der *Pozdech*'ſchen Aufhängung ſich

$$s_1 = 1{,}02588\,D$$

ergab. Das Trägheitsmoment der Glocke ſamt Gebälk war $0{,}25647\,Q\,D^2$; daher muß das ſtatiſche Moment einen Wert erhalten von

$$\frac{0{,}25647\,Q\,D^2}{0{,}787\,D} = 0{,}3259\,Q\,D.$$

Da bei der angenommenen Anordnung das eigene Moment nur

$$0{,}25\,Q\,D$$

beträgt, ſo muß behufs gleich ſchnellen Schwingens künſtlich ein Moment von

$$(0{,}3259 - 0{,}25)\,Q\,D = 0{,}0759\,Q\,D$$

hinzukommen.

Bei einer ganzen Anzahl von durch Glockengießereibesitzer *Bierling* in Dresden ausgeführten Geläuten ist diese Anordnung getroffen, u. a. auch bei der Lukaskirche daselbst, und wir wollen eine kurze Zahlenrechnung hier durchführen.

Fig. 100.
Schnitt *b b*.

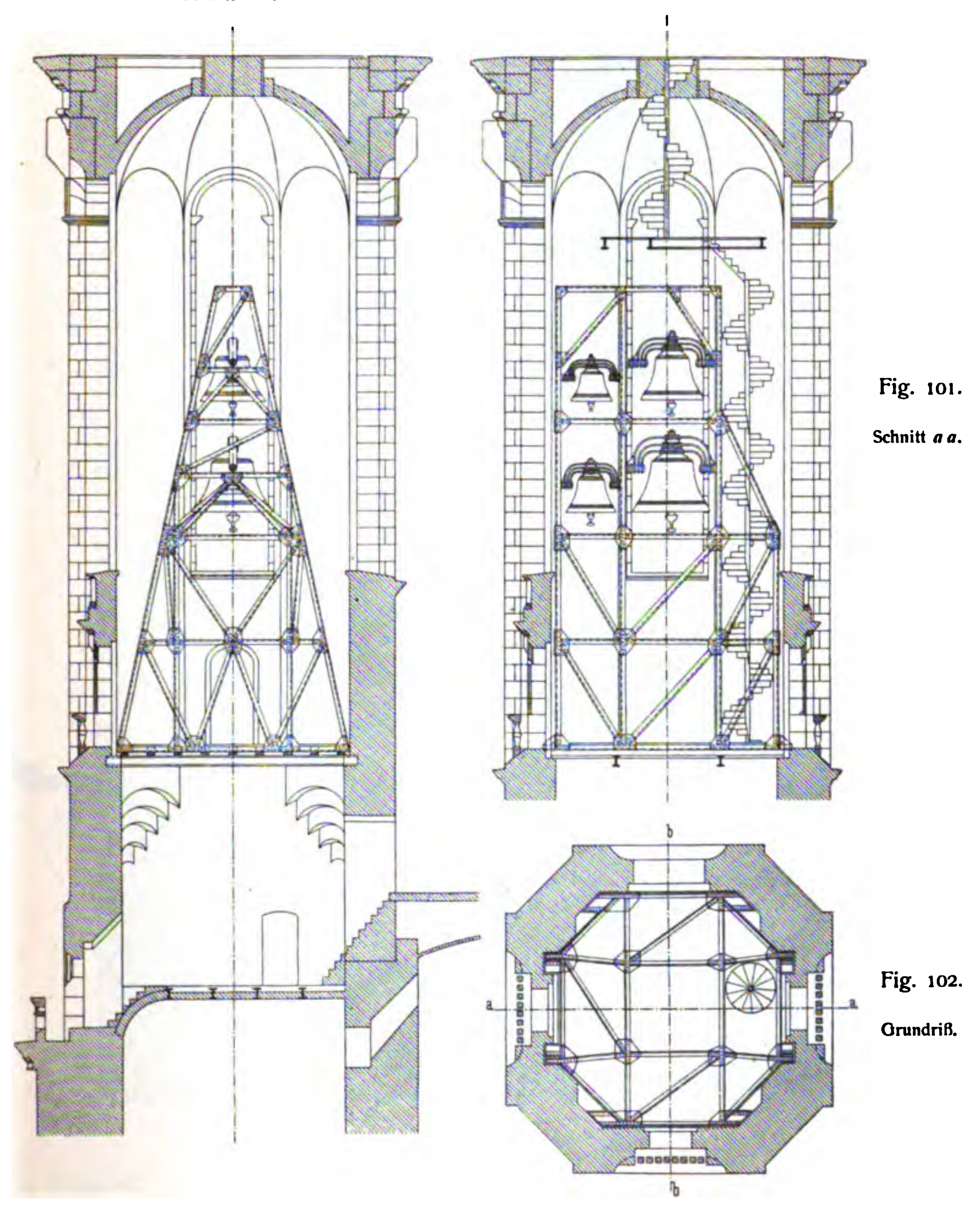


Fig. 101.
Schnitt *a a*.

Fig. 102.
Grundriß.

Glockenstuhl der Lukaskirche zu Dresden.
1/200 w. Gr.

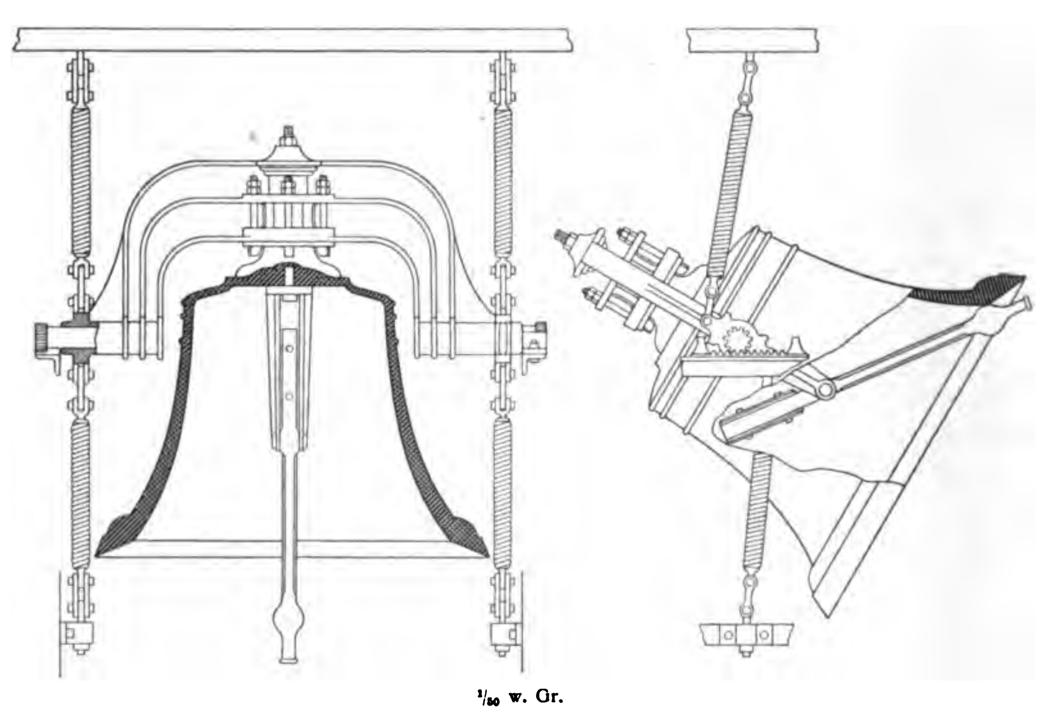
Die größte der Glocken der Lukaskirche hat ein Gewicht $Q = 4829$ kg, während ihr Durchmesser $D = 2{,}1$ m ist; somit ist ein Zusatzmoment erforderlich von

$$0{,}0759 \cdot 4829 \cdot 2{,}1 = 769{,}7 \text{ Met.-Kilogr.}$$

Fig. 103.



Fig. 104. Fig. 105.



$^1/_{50}$ w. Gr.

Große Glocke der Lukaskirche zu Dresden.

Die Federn haben hier einen Hebelsarm von $0{,}2035^{\,m}$, und daher bedarf jede der 4 Federn eine mittlere Spannung von

$$P = \frac{769{,}7}{4 \cdot 0{,}2035} = 945^{\,kg}.$$

Da die Federn eine Stärke von $d = 2^{cm}$ bei $r = 5{,}9^{cm}$ Halbmesser besitzen, so würde sich eine mittlere Beanspruchung Kd nach den Formeln der „Hütte“ [129]) aus der Beziehung

$$P = 0{,}1963 \frac{d^3}{r} K d$$

ergeben zu

$$K d = \frac{P r}{0{,}1963\, d^3}$$

Fig. 106.



Geläute der Lukaskirche zu Dresden.
ca. 1/80 w. Gr.

oder in Zahlen

$$K d = \frac{945 \cdot 5{,}9}{0{,}1963 \cdot 2^3} = 3550^{kg} \text{ für } 1^{qcm}.$$

Nehmen wir beispielsweise einen Ausschlag von 60 Grad an, so ist der Wechsel in der Länge der Federn, falls die Schrägstellung vernachlässigt werden kann, gleich der Hälfte der Länge des Hebelsarmes; also hier $\frac{0{,}2035^{m}}{2} = 0{,}10175^{m}$, und, da die Zahl der Windungen 29 beträgt, so kommen

129) Des Ingenieurs Taschenbuch. Herausg. vom akad. Verein „HÜTTE“. 16. Aufl. Abt. I, S. 393.

auf jede Windung 0,351 cm, während zur Anſpannung auf 3550 kg auf 1 qcm eine Dehnung von („Hütte“)

$$f = \frac{4 \pi r^2 K d}{d G}, \text{ in Zahlen } = \frac{4 \pi \, 5{,}9^2 \, 3550}{2 \cdot 750\,000} = 1{,}0352 \text{ cm}$$

erfordert wird. Die Dehnung für eine Windung hätte daher zu betragen:

$$\text{am Anfang } 1{,}0352 - \frac{0{,}351}{2} = 0{,}8597 \text{ cm und}$$

$$\text{am Ende } 1{,}0352 + \frac{0{,}351}{2} = 1{,}2107 \text{ cm},$$

und die Beanſpruchungen beziffern ſich dann auf:

$$\text{am Anfang } \frac{0{,}8597 \cdot 2 \cdot 750\,000}{4 \pi \cdot 5{,}9^2} = 2948 \text{ kg für } 1 \text{ qcm},$$

$$\text{am Ende } \frac{1{,}2107 \cdot 2 \cdot 750\,000}{4 \pi \cdot 5{,}9^2} = 4152 \text{ kg für } 1 \text{ qcm},$$

während die totale Federſpannung zwiſchen den Grenzen 785 und 1105 kg, im Mittel alſo wie verlangt 945 kg iſt.

Da gehärtete Federn eine noch weit höhere Beanſpruchung dauernd ertragen, ſo iſt genügende Sicherheit vorhanden; auch haben ähnlich beanſpruchte Federn, z. B. beim Geläute der Lukaskirche in Chemnitz, ſeit 2 Jahren ihrem Zwecke entſprochen.

Zu bemerken bleibt hier, daß die für den beſten Anſchlag des Klöppels erforderliche Federſpannung, wie auch die Bemeſſung des Ausſchlages der Glocke nicht ohne zahlreiche Verſuche möglich geweſen iſt. Insbeſondere iſt auch die Geſtalt des Klöppels ſamt Gegengewicht unter Vornahme von Verſuchen für jeden Einzelfall zur Ausführung gelangt.

Es bleibt noch zu ermitteln, in welchem Maße die Fliehkraft durch die Anwendung der Federn wächſt. Daß dies geſchieht, iſt klar, da die Glocken in ihrer pendelnden Bewegung beſchleunigt werden. Die Beſchleunigung geſchieht in demſelben Maße, in welchem das ſtatiſche Moment durch die Kraft der Federn vergrößert wird. Da nun die Glocke ohne Federn ein ſtatiſches Moment $M = 0{,}25\,QD$ und mit denſelben ein ſolches von $0{,}325883\,QD$ aufweiſt, ſo iſt, abgeſehen davon, daß die beſchleunigende Kraft der Federſpannung am höchſten Punkte der Schwingungsbahn der Glocke größer iſt als die mittlere die Beſchleunigung, und damit auch die Zentrifugalkraft im Verhältnis von 0,25 : 0,325883 größer geworden. Da nun für Glocken mit *Pozdech*'ſcher Aufhängung ohne Federn die größte Horizontalkraft zu $0{,}271316\,Q$ gefunden worden iſt, ſo ergibt ſich bei der Benutzung von Federn eine ſolche von

$$\frac{0{,}325883}{0{,}25}\,0{,}271316 = 0{,}3536\,Q.$$

Dieſe Erhöhung der Fliehkraft durch die Federwirkung kann letzterer nicht als Nachteil angerechnet werden, da ſie im Bedarfsfalle geſtattet, mit der Annäherung der Schwingungsachſe an die Schwerlinie beliebig weit zu gehen, was eine Berechnung unter Zugrundelegung des Gewichtes der größten Glocke der Lukaskirche ergibt.

Würde man nämlich dieſe Glocke in Höhe ihres Schwerpunktes lagern wollen, ſo würden die Anforderungen an die Federn ſich wie folgt beſtimmen laſſen. Das Trägheitsmoment im Schwerpunkte iſt

$$J = 0{,}21647\,Q\,D^2;$$

um nun eine Pendellänge von $0{,}787\,D$ wie bei der gewöhnlichen Aufhängung zu erzielen, bedarf es eines ſtatiſchen Moments von

$$M = \frac{0{,}21647\,Q\,D^2}{0{,}787\,D} = 0{,}275\,Q\,D \text{ oder, da } Q = 4829 \text{ kg iſt,}$$

$$M = 1328 \text{ mkg}.$$

Bei Anwendung desselben Hebelsarmes von $0{,}2035^{\mathrm{m}}$ muß also jede der 4 Federn durchschnittlich gespannt sein mit

$$\frac{1328}{4 \cdot 0{,}2035} = 1631^{\mathrm{kg}},$$

wonach die Federn zu wählen sein würden. Im ganzen würde das Volum der Federn im Verhältnis der größeren Spannung zunehmen, also wie 945 : 1631 oder um 73 Vomhundert.

Mit dem Verlegen der Schwingungsachse in die Schwerlinie und Anbringen entgegengesetzter Kräfte, sei es seitwärts oder ober- und unterhalb der Achse, würde dann alle und jede Einwirkung der Fliehkraft beim Läuten aufhören und lediglich statischer Druck übrig bleiben.

Selbstverständlich würde wegen der Tiefenlage des Drehpunktes des Klöppels dieser verhältnismäßig kurz werden und einen großen Bogen zwischen den Anschlagspunkten in der Glocke zurücklegen müssen. Da eine Ausführung dieser Art noch nicht erfolgt ist, mag nur angegeben werden, daß es zur Abkürzung des Weges in Frage kommen müßte, für den Klöppel statt einer Kugel die Form eines Hammers, am Stielende aufgehängt, zu wählen.

Unter der Voraussetzung der Anwendung von Lasten als Arbeitssammler nach Fig. 99 und einem Hebelverhältnis von z. B. 1 : 2 für die Last $l + m$ und die Zugkraft der Stangen h, h_1 würde das Gesamtgewicht $l + m$ unter übrigens gleichen Voraussetzungen wie bei Anwendung der Federn sich ergeben zu

$$l + m = \frac{2 \cdot 1328^{\mathrm{mkg}}}{0{,}2035^{\mathrm{m}}} = 13050^{\mathrm{kg}} = R,$$

gleich dem 2,7fachen Glockengewicht Q oder für jede der Lasten l und m zu 6525^{kg}.

Der bei jeder Schwingung der Glocke um 60 Grad aus der Lotrechten von den Lasten zu durchlaufende Weg h wäre dann $\frac{0{,}2035}{2} = 0{,}10175$ Met. $= h$.

Die Wirkung S der Last R am tiefsten Punkte ist dann, die Pendellänge gleich l gesetzt,

$$S = R \, \frac{l + 2\,h}{l} \text{ [129]} .$$

Die — lediglich wegen der Zeitbestimmung des Schwingens der Glocke und der Auf- und Abbewegung der Lasten hier in Frage kommende — Länge des einfachen Pendels, welches mit der Glocke gleich schnell schwingt, ist wie oben anzunehmen zu $l = 0{,}787 \cdot 2{,}1^{\mathrm{m}} = 1{,}652^{\mathrm{m}}$; mithin ist die größte Wirkung S der Last R am tiefsten Punkte

$$S = R \cdot \frac{1{,}652 + 0{,}10175 \cdot 2}{1{,}652} = 1{,}123\,R.$$

Die größte Wirkung der akzelerierenden Last ist demnach $1^1/_8$ ihres Gewichtes, so daß die Erhöhung der Lastwirkung bei der Abwärtsbewegung im tiefsten Punkte etwa $^1/_8$ oder, da $R = 2{,}7\,Q$, nur $0{,}3375\,Q$ gegenüber $2{,}10869\,Q$ bei der gewöhnlichen (siehe Art. 66, S. 84) und $0{,}55727\,Q$ bei der *Pozdech*'schen (siehe Art. 69, S. 88) Aufhängung beträgt.

(Zum Ersatz der Federn am ausgeführten Geläute mit einem zusätzlichen Arbeitsbedarf von (siehe Art. 71, S. 91) 769,7 Met.-Kilogr. wurde nur eine Last $R = 7565^{\mathrm{kg}}$ oder $1{,}546\,Q$ sich nötig machen.

b) Beschreibung einiger Glockenstuhlkonstruktionen.

Der auf dem Kirchturm zu Neuenkirchen bei Osnabrück 1876 ausgeführte Glockenstuhl (Fig. 107 bis 110) hat für ein in gewöhnlicher Weise aufgehängtes, somit den Stuhl stark beanspruchendes Geläute zu dienen. Es besteht aus einem Bockgerüst, welches in 3^{m} Höhe über dem Fuße die Lager der Glocken trägt. 72. Kirche zu Neuenkirchen.

Die Glocken geben die ersten drei Töne der *D-dur*-Skala (*D*, *E* und *Fis*) und wiegen $1350^{\mathrm{kg}} = D$, $950^{\mathrm{kg}} = E$ und $638^{\mathrm{kg}} = Fis$. Unter Bezugnahme auf die Berechnung in Art. 66 (S. 84) erfolgt die größte wagrechte Wirkung unter der Annahme eines Ausschlages von 110 Grad zu jeder Seite der Lotrechten oder um 20 Grad über den Horizont hinaus bei der Stellung von 49° 16′ 38″ gegen die Lotrechte und hat den Wert $H = 1{,}562\,Q$, und da $Q = 1350 + 950 + 638 = 2938^{\mathrm{kg}}$, so ist

$$H = 4589^{\mathrm{kg}}.$$

Der gleichzeitig stattfindende lotrechte Druck auf das Glockenlager ist

$$V = Q\left(\cos\alpha + \frac{2\,x}{s}\right)\cos\alpha + \frac{J\,g}{r\,s}\sin^2\alpha$$

oder in Zahlen

$$\frac{V}{Q} = \left(0{,}6524 + 2\,\frac{0{,}211726 + 0{,}619045\cdot 0{,}6524}{0{,}787}\right)0{,}6524 + \frac{0{,}10397}{0{,}619045\cdot 0{,}787}\cdot 0{,}57434\,,$$

$$\frac{V}{Q} = 1{,}44624 + 0{,}12257 = 1{,}56881\,,$$

oder

$$V = 1{,}56881\;Q = 1{,}56881\cdot 2938 = 4609^{\text{kg}}\,.$$

Der Winkel der Resultante mit der Lotrechten findet sich daher aus der Beziehung

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{4589}{4609} = 0{,}99568\,,\ \text{woraus}\ \beta = 44^\circ\,52'\,4''$$ [130]

oder rund 45 Grad, während die Resultante den Wert von rund

$$\sqrt{2}\cdot 1{,}565\;Q = 2{,}207\;Q$$

annimmt.

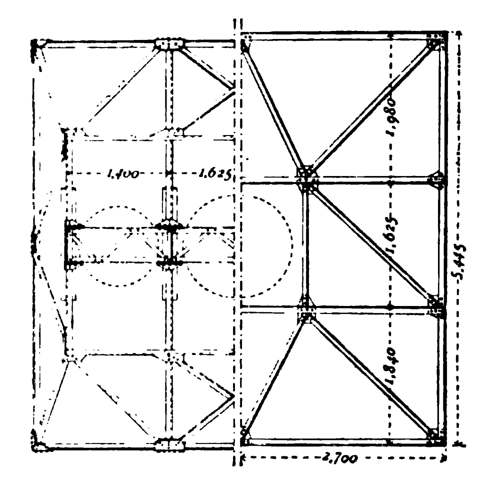
Fig. 107.
Längenansicht.

Fig. 108.
Seitenansicht.

Man kann daher bei der Berechnung von Stühlen für in gewöhnlicher Weise aufgehängte Glocken, die bis zu 20 Grad über den Horizont schwingen, für den Augenblick des größten wagrechten Zuges die Kräfteresultante unter 45 Grad gerichtet und die Größe derselben zu $2^1/_5$ des Gewichtes der schwingenden Massen annehmen.

Fig. 109.
Ansicht von oben.

Fig. 110.
Grundriß.



Glockenstuhl zu Neuenkirchen.
$^1/_{100}$ w. Gr.

Da der Glockenstuhl am Fuße eine Breite von $5{,}43^{\text{m}}$ besitzt, während das Lager 3^{m} hoch liegt, so fällt die um 45 Grad geneigte Resultante um $3 - \frac{5{,}43}{2} = 0{,}285^{\text{m}}$ außerhalb des Fußes des Glockenstuhles. Indes bleibt der Schwerpunkt des letzteren noch innerhalb seiner Basis, wie aus folgendem hervorgeht.

Bei dem wagrechten Druck der schwingenden Glocken von 4609^{kg} und dem Eigengewichte des Glockenstuhles von 2400^{kg} (2392^{kg}) fällt der Schwerpunkt im Augenblicke gleichzeitiger stärkster wagrechter Wirkung aller Glocken von 4589^{kg} um

$$x = \frac{4589\cdot 3}{4609 + 2400} = 1{,}964^{\text{m}}$$

aus der Mitte, bleibt also noch um

$$2{,}715 - 1{,}964 = 0{,}751^{\text{m}}$$

vom Rande des Glockenstuhles entfernt, so daß auch ohne Befestigung ein Kippen nicht eintreten kann. Die Tangente des Winkels der Richtung der Gesamtpressung mit der Lotrechten ist

$$\frac{1{,}964}{3} = 0{,}655\,,$$

der Winkel also $33^\circ\,13^1/_2{}'$, entsprechend etwa der Reibung der Ruhe von Eisen auf Holz, so daß der Glockenstuhl ohne weitere Befestigung gegen das Gleiten gesichert ist.

Was nun die Festigkeit des Gerüstes anlangt, so hat der Binder zwischen der größten und der mittleren Glocke am meisten auszuhalten; die Last beider Glockenhälften ist

$$\frac{950 + 1350}{2} = 1150^{\text{kg}}\,;$$

die wagrechte Wirkung der gleichzeitig schwingenden Glocken hat daher den Größtwert

$$H = 1{,}562\cdot 1150 = 1796^{\text{kg}}\,.$$

[130]) Die Abweichung dieses Resultantenwinkels β von α rührt, wie leicht ersichtlich, von der Seitenkraft p (siehe Art. 66 u. Fig. 92) her.

Als lotrechte Kräfte haben wir zunächst die Seitenkraft des Glockendruckes

$V = 1{,}56881 \cdot 1150 =$ 1804 kg,

dazu $^1/_4$ des Eigengewichtes des Glockenstuhles 600 kg,

zusammen 2404 kg.

Die Resultante der senkrecht zueinander wirkenden Kräfte fällt noch um $2{,}715 - \frac{3 \cdot 1796}{2404} = 0{,}475$ m innerhalb des Fußes des zur Zeit betrachteten Gespärres des Glockenstuhles; demnach kommen vom Gesamtdruck $= \sqrt{1795^2 + 2404^2} = 3000$ kg, welcher Druck nahezu parallel dem Sparren wirkt, auf letzteren

$$3000 \frac{5{,}43 - 0{,}475}{5{,}43} = 2740 \text{ kg}.$$

Der Sparren, aus Winkeleisen von 90 mm Schenkellänge und 16 qcm Querschnitt bestehend, erhält somit eine Pressung von $\frac{2740}{16} = 171$ kg für 1 qcm.

Die Knickfestigkeit wurde nach der Formel (Gleichung 148 in Teil I, Bd. 1, erste Hälfte, S. 312[181])

$$P = \frac{K F J}{J + \alpha F l^2}$$

berechnet, worin hier $K = 2{,}8$ t für 1 qcm, $F = 16$ qcm, $J = 130{,}43$, $l = 220$ cm und $\alpha = 0{,}000044$ zu setzen sind, so daß

$$P = \frac{2{,}8 \cdot 16}{1 + 0{,}000044 \frac{220^2 \cdot 16}{130{,}43}} = 35{,}5 \text{ Tonnen;}$$

die Knickfestigkeit wird demnach zu nur $\frac{2740}{35500} = \frac{1}{13}$ ausgenutzt, oder es ist in der äußersten am meisten gedrückten Faser eine Beanspruchung von $\frac{2800}{13} = 215$ kg.

Mithin ist reichliche Sicherheit vorhanden, und das gewählte Winkeleisenprofil würde bei den vorliegenden Längenverhältnissen auch noch für doppelt so schwere Glocken genügen.

Die in etwa halber Höhe angebrachte seitliche Gurtung, aus Winkeleisen von 65 mm Schenkellänge und 12 qcm Querschnitt bestehend, bildet nun im Verein mit den zwischen ihr und dem unteren Rahmen als unterer Gurtung angebrachten Diagonalen einen Balken von 2,20 m Höhe und 5,43 m Länge, genügend steif, um jede Deformation des Stuhles auch dann zu verhüten, wenn etwa bloß die 4 Ecken das Mauerwerk berühren sollten, für welchen Fall sich eine Gurtungsspannung, bezw. Pressung (wie aus der Zeichnung leicht zu entnehmen) von $\frac{4200 \cdot 2 - 1200 \cdot 0{,}4}{2{,}2} = 3600$ kg oder bei 12 qcm Querschnitt von 300 kg für 1 qcm einstellt.

Zur Übertragung der wagrechten Kräfte auf die 4 Ecken oder auch auf die Mittelpunkte der parallel zur Schwingungsrichtung liegenden Endrahmen ist außerdem eine wagrechte Verstrebung angebracht, mit deren Hilfe das Fachwerksystem in Fig. 110 gebildet wird. Da es sich bei diesen Teilen lediglich um wagrechte Kräfte handelt, so ist ihre Beanspruchung noch geringer als bei den Sparren und den Mittelgurtungen. Zur Minderung der Schwingungsbewegungen ist auf dem Glockenstuhle noch die aus Fig. 109 ersichtliche Umrahmung angebracht und mit Vergitterung versehen.

Der Glockenstuhl ist von der Georgs-Marien-Hütte bei Osnabrück 1876 angefertigt und hat bei 2,4 t Gewicht, einschl. Aufstellung und Anstrich, 1390 Mark gekostet, während für einen solchen aus Eichenholz 1700 Mark gefordert worden waren. Nach einer Mitteilung des Herrn Architekten *H. Dreyer* in Osnabrück, unter dessen Leitung die Arbeit ausgeführt wurde, hat sich die Konstruktion als vollkommen fest erwiesen. Auf das Quadratmeter des Grundrisses des Lichtraumes des Turmes kommen vom Glockenstuhle $\frac{2400}{29{,}48} = 81{,}4$ kg.

Der verhältnismäßig hohe Einheitspreis für die Tonne des beschriebenen Glockenstuhles ist darin begründet, daß er für den vorliegenden besonderen Fall entworfen und durchweg mit warm eingezogenen Nieten zusammengesetzt worden ist, welche Arbeiten bei der Geringfügigkeit des Gesamtgewichtes im Vergleich etwa zu eisernen Brücken und der Schwierigkeit der Ausführung, sowie

181) 2. Aufl.: Gleichung 157, S. 121. – 3 Aufl.: Gleichung 157, S. 136.

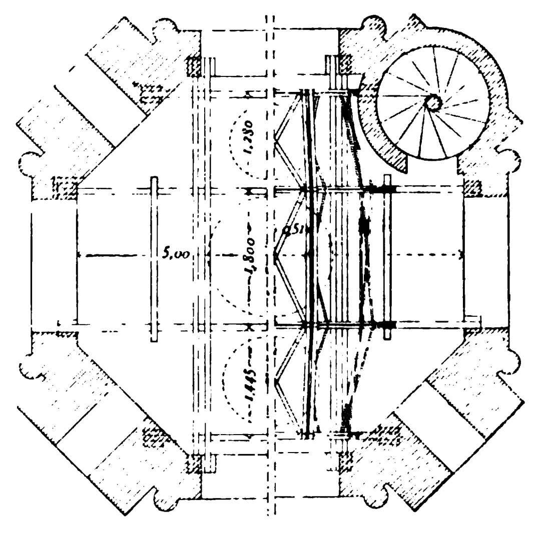
der damit verbundenen Transporte etc. die Steigerung des Einheitspreises erklärlich machen. Daß übrigens die Vernietung allein geeignet ist, die größtmögliche Festigkeit der Verbindungen und damit die für die Erhaltung der Kirchtürme so wünschenswerte Steifigkeit der Glockenstühle dauernd sicher zu stellen, dürfte wohl nicht zu bestreiten und daher die Anwendung von Nieten statt der auch wohl verwandten Schraubenbolzen, ungeachtet der etwas höheren Kosten, dringend zu befürworten sein.

73. *Johannis-* Kirche zu Dresden.

Eine für eiserne Glockenstühle vielfach gewählte Anordnung geben wir in Fig. 111 bis 114, welche den vom Glockengießer *Große* für die *Johannis*-Kirche zu Dresden gleichzeitig mit dem Geläute selbst gelieferten Glockenstuhl darstellen.

Hier sind gewalzte I-Träger, welche in den Umfassungsmauern ruhen, kreuzweise übereinander zur Unterstützung der 4 Böcke oder Gespärre zur Anwendung gekommen. Die U-förmig gewalzten Lagerbalken werden durch Streben aus Winkeleisen gestützt; ebenso sind die Rahmen selbst aus doppelten Winkeleisen hergestellt und oben durch eine wagrechte Einrahmung mit Winkeleisen, zwischen welchen sich Flacheisendiagonalen befinden, verbunden und gegenseitig abgesteift. Außerdem sind in der Fläche der Rahmen fachwerkartige Verbindungen teils aus Winkel-, teils aus Flacheisen hergestellt, während endlich noch eine ebensolche Verbindung zwischen je zwei benachbarten Böcken besteht. Es sind ausschließlich Schraubenbolzen verwandt.

Wie aus der Höhenlage der Lagerbalken zu den Glocken aus Fig. 111 u. 112 zu entnehmen ist, sind die Glocken nach dem *Pozdech*'schen Systeme, jedoch unter Beibehaltung der gewöhnlichen Anordnung der Armatur (Holz mit Eisenbeschlag) aufgehängt. Die größte dieser Glocken *B* ist 1853 kg schwer, während die Armatur 600 kg wiegt. Der Glockendurchmesser ist 1,57 m. Die Drehachse (Schneiden der stützenden Meißel) liegt 56 mm oder 0,036 *D* unter dem Glockenscheitel, also bedeutend weniger als bei der in Fig. 72 dargestellten *Pozdech*'schen Anordnung. Der Glockenschwerpunkt liegt unter dem Scheitel 0,500045 *D*, mithin unter der Drehachse 0,464 *D* während der Schwerpunkt der Armatur 0,33 *D* über der Drehachse sich befindet.



Glockenstuhl der *Johannis*-Kirche zu Dresden.

1/100 w. Gr.

Unter Benutzung der mehrfach angeführten Ziffer des Trägheitsmoments der Glocke berechnet sich aus diesen Angaben der Schwingungshalbmesser $s = 0{,}993\, D$; derselbe ist also um etwa 3 Vomhundert kleiner als der bei der originalen *Pozdech*'schen Konstruktion. Für ganz kleine Schwingungen ergibt sich hieraus eine Schwingungsdauer von

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 3{,}14 \sqrt{\frac{0{,}993 \cdot 1{,}57}{9{,}81}} = 1{,}24658 \text{ Sekunden}$$

oder 48,1 Schläge in der Minute.

Beim größten Ausſchlage von 78 Grad ergibt ſich die Fallhöhe $h = 0{,}79\ s$; daher iſt

$$t_1 = t \sqrt{1 + \frac{1}{4} \frac{0{,}79}{2}} = 1{,}3067808 \text{ Sekunden}$$

oder 45,9 Schwingungen in der Minute, während 48 und 46 Schwingungen in der Minute beobachtet worden ſind.

Das Gewicht des Glockenſtuhles beträgt 2088 kg; dazu kommen 957 kg Gewicht der I-Träger, was zuſammen 3045 kg oder 122 kg für 1 qm ergibt.

74. Kirche zu Friedrichſtadt-Dresden.

Ein ganz ähnlicher Glockenſtuhl iſt von *Friedrich* für die Friedrichſtädter Kirche zu Dresden in einem achteckigen Raume von 4 m Mittelbreite und Länge konſtruiert.

Dieſer Glockenſtuhl trägt 3 Glocken, die nach *Pozdech*'s Syſtem aufgehängt ſind und deren größte 1425 kg wiegt. Derſelbe, gleichfalls auf I-Trägern ruhend, wiegt 2325 kg, alſo für 1 qm 145 kg. An dieſem Stuhle ſind übrigens die ſämtlichen Konſtruktionsteile miteinander durch Niete verbunden.

75. Kirche zu Werdau.

Wie bereits in Art. 70 (S. 89) geſagt wurde, iſt das Geläute zu Werdau im Jahre 1867 nach *Ritter*'s Syſtem ausgeführt worden.

Es wiegt die größte der Glocken im Werdauer Kirchturm . . . . . 2283 kg,
die Armatur . . . . zirka 600 kg;
der untere Glockendurchmeſſer D iſt . . . . 1,64 m;
der Schwerpunkt der Armatur liegt über dem Glockenſcheitel 0,345 m = $0{,}21\ D$;
der Schwerpunkt der Glocke liegt unter Scheitel . . . . $0{,}500045\ D$;
die Lagerfläche der Glocke liegt unter Scheitel . . . . $0{,}241\ D$;
der Scheibenhalbmeſſer iſt . . . . 0,175 m = $0{,}1065\ D$.
Somit liegt der Schwerpunkt des ganzen ſchwingenden Körpers über dem Schwerpunkte der Glocke allein . . . . $0{,}1479\ D$;
der Abſtand des Scheibenmittelpunktes vom gemeinſchaftlichen Schwerpunkte iſt . . . . $0{,}2176\ D$.

Das Trägheitsmoment der Maſſe in Bezug auf den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt iſt

$$J_1 = Q D^2 \left(0{,}10397 + 0{,}1479^2 + \frac{600}{2283} 0{,}5621^2\right) = 0{,}20894\ Q\ D^2,$$

oder, wenn man die ganze Maſſe mit Q_1 bezeichnet,

$$J_1 = 0{,}1654\ D^2\ Q_1 .$$

Demnach iſt das Trägheitsmoment in Bezug auf die durch die Kreismittelpunkte gehende Achſe

$$J_a = Q_1\ D^2\ (0{,}1651 + 0{,}2176^2) = 0{,}2127\ Q_1\ D^2;$$

das ſtatiſche Moment iſt in Bezug auf die Achſe

$$M_a = 0{,}2176\ Q_1\ D;$$

folglich iſt der Abſtand des Schwingungspunktes

$$s = \frac{J_a}{M_a} = \frac{0{,}2127}{0{,}2176} D = 0{,}977\ D,$$

oder, da $D = 1{,}64$ m iſt,

$$s = 1{,}60228 \text{ m}.$$

Die zur Berechnung der Schwingungsdauer zu ermittelnde Höhe h des Schwingungsbogens iſt bei einem Ausſchlagwinkel von 78 Grad

$$h = s\ (1 - \cos 78^0) = 0{,}79209\ s.$$

Hieraus berechnet ſich unter Benutzung der Gleichung

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}\left(1 + \frac{1}{8}\frac{h}{s} + \frac{9}{256}\frac{h^2}{s^2}\right)}$$

die Schwingungsdauer $t = 1{,}3468$ Sekunden, entſprechend 44,57 Schwingungen. Beobachtet wurden 44 Schwingungen. Für ganz kleine Schwingungen iſt $h = 0$, und dann iſt

$$t = \pi \sqrt{\frac{s}{g}} = 1{,}2718 \text{ Sekunden}$$

oder in der Minute 47,2 Schwingungen, während 47 Schwingungen beobachtet wurden.

Die Beobachtung des Geläutes in Werdau ergab ein faſt vollſtändiges Stillhängen der Klöppel und infolgedeſſen ein heftiges Anſchlagen der Glocken an die Klöppel und geringen Winkelabſtand von der Lotrechten, woſelbſt die Geſchwindigkeit am größten iſt. Daß das Anſchlagen in der Tat kräftig vor ſich ging, ergab der Augenſchein, und daneben laſſen die Klöppel, welche in gewöhnlicher Weiſe mit kugelförmiger Verdickung aus Schmiedeeiſen und nicht in Form eines Tellers mit Stiel, wie ſie der Erfinder *(Ritter)* ſonſt anzuwenden pflegte, hergeſtellt ſind, die Folgen ihres bisherigen Gebrauches durch ſtarke Abplattungen und Quetſchungen an den Anſchlagſtellen in ebenſo deutlicher Weiſe erkennen, wie man dies bei gewöhnlichen Geläuten beobachten kann. Wie es nicht anders ſein kann, finden ſich diejenigen Klöppelſeiten, welche beim Anziehen des Läuteſeiles unmittelbar getroffen werden, weit mehr abgenutzt als die entgegengeſetzten, welche bloß vom Stoß der zurückkehrenden Glocke herrühren, woraus der große Anteil der jedesmaligen Zieharbeit an der ganzen, in der ſchwingenden Glocke vorhandenen lebendigen Kraft dargetan wird. Es iſt dem läutenden Perſonal mit einiger Anſtrengung ſogar möglich, die Zahl der Schwingungen in der Minute um mehrere zu ſteigern, und zwar durch vorzeitiges Anhalten und ſtarkes Ziehen, wobei der Ausſchlagwinkel auf der einen Seite kleiner wird. Die oben angegebenen Beobachtungen über die Schwingungszahlen wurden übrigens bei in der Mitte feſt gebundenem Klöppel gemacht, wo dann ein leiſes Ziehen zur Ingangerhaltung genügte. Endlich habe ich noch mitzuteilen, daß die Scheiben ihre Unterlagen nur wenig angegriffen haben und auch die Zähne der Scheiben und der Lagerplatten nur ſchwach abgenutzt erſcheinen, ſo daß die Bewegung der Scheiben im weſentlichen als eine rollende und ſomit wenig paſſive Widerſtände verurſachende angeſehen werden muß. Daß die einſeitige Wirkung der Zugſeile auf das eine Ende der Achſe das Anbringen einer Verzahnung am meiſten erfordert, zeigt die größere Abnutzung der Zähne an der Seite, an welcher das Zugſeil auf das für dasſelbe an der Achſe vorhandene Segment einer Seilſcheibe wirkt.

Der aus Eichenholz hergeſtellte, mit einigen diagonal angebrachten Zugeiſen armierte Glockenſtuhl, welcher übrigens bei 7 m Höhe mit ſeinem Fuße bis auf einen um ein Geſchoß tiefer als der Fußboden der Glockenſtube liegenden Mauerabſatz hinabreicht, hat augenſcheinlich nur geringe Beanſpruchungen beim Läuten der vorhandenen 4 Glocken *(H*: 1,64 m Durchmeſſer, 2283 kg; *D:* 1,36 m Durchmeſſer, 1356 kg; *Fis:* 1,09 m Durchmeſſer, 710 kg; *H:* 0,78 m Durchmeſſer, 277 kg; zuſammen 4626 kg) auszuhalten, während früher, bei der gewöhnlichen Aufhängung, während welcher die Glocken in 2 Geſchoſſen übereinander hingen, zur Verhinderung der ſtarken Bewegungen ein Abſtützen des Stuhles oben gegen das Turmgemäuer zum Nachteil des letzteren hatte ſtattfinden müſſen, was jetzt nicht mehr der Fall iſt. Der ganze Raum für den Glockenſtuhl mißt im Grundriß 4,29 m Länge bei 3,64 m Breite, woraus dann die geringe Wegelänge der Glocken in der Schwingungsrichtung zu beurteilen iſt[132]).

76. Vergleich der drei Aufhängemethoden.

Zum Vergleiche der bei den betrachteten drei Aufhängungsmethoden benötigten Längen diene übrigens folgendes.

Bei der gewöhnlichen Aufhängung bildet die Klöppelſpitze während der wagrechten Lage der Glocke und des Klöppels den am weiteſten ausladenden Punkt, und es berechnet ſich daher die halbe Raumlänge aus

Glockenhöhe	$= 0{,}7346\ D$,
Abſtand der Achſe über Scheitel	$= 0{,}1190\ D$,
Überſtand der Klöppelſpitze über den unteren Glockenrand	$= 0{,}2500\ D$
im ganzen	$= 1{,}1036\ D$,
oder die ganze Raumlänge	$= 2{,}2072\ D$.

Bei der *Pozdech*'ſchen Anordnung ſteht die Klöppelſpitze, wenn der Klöppel die Glocke berührt, um 0,8 D von der Drehachſe ab; ſobald nun die Verbindungslinie zwiſchen Klöppelſpitze und Drehachſe wagrecht ſteht, iſt der größte wagrechte Abſtand erreicht, und daher iſt die ganze benötigte Länge $2 \cdot 0{,}8\ D = 1{,}60\ D$.

[132]) Bei den in Werdau angeſtellten Beobachtungen und eingezogenen Erkundigungen iſt mir der inzwiſchen verſtorbene Stadtbauinſpektor *Neumann* daſelbſt in freundlicher Weiſe förderlich geweſen, was ich hier dankend anzuerkennen habe.

Verwendet man denselben Klöppel bei der *Ritter*'schen Aufhängung und legt die Verhältnisse des Zahlenbeispieles in Art. 75 zu Grunde, so ist der Abstand zwischen Klöppelspitze und Drehachse = 0,74 *D*, mithin die ganze Länge 2 · 0,74 = 1,48 *D*.

Verwendet man aber den von *Ritter* gewöhnlich benutzten Klöppel mit Scheibe und leichtem Stiele unter Weglassung des Knopfes, so wird die äußerste Linie vom Glockenrande beschrieben, und es ist dann der größte wagrechte Abstand von der Achsenlinie der lotrecht hängenden Glocke nur 0,68 *D*, mithin die ganze benötigte Länge 2 · 0,68 *D* = 1,36 *D*.

Da diese Ziffern, verbunden mit den berechneten Angaben über die beim Läuten auftretenden Kräfte, einiges Interesse haben dürften, so stellen wir sie in folgender Tabelle zusammen:

	Gewöhnliche Aufhängung	*Pozdech*'sche Aufhängung	*Ritter*'s Aufhängung mit gewöhnlichem Klöppel	*Ritter*'s Aufhängung mit kurzem Klöppel
Erforderliche Länge	2,2072 *D*	1,60 *D*	1,48 *D*	1,36 *D*
Größter wagrechter Schub . .	1,5620 *Q*	0,2713 *Q*	—	—
Größter lotrechter Druck . . .	3,1067 *Q*	1,5573 *Q*	—	—
Abstand des Schwingungspunktes	0,787 *D*	1,0259 *D*	0,977 *D*	—

Für die bisherigen Ausführungen der vom Verfasser vorgeschlagenen Aufhängung ist die Schwingungsachse mit 0,163 *D* unter dem Glockenscheitel etwas tiefer als für *Pozdech*'sche Aufhängung angenommen, woraus geringere Kraftwirkungen und als Länge des Schwingungsraumes 1,524 *D* sich ergeben.

c) Aussergewöhnliche Konstruktionen.

Haben wir bisher bloß Glockengebälke und Glockenstühle von geringer Höhe, wie sie gewöhnlich vorkommen, betrachtet, so bleibt uns noch übrig, bezüglich außergewöhnlicher Konstruktionen einiges zu bemerken. Zu solchen außergewöhnlichen Konstruktionen sind die Glockenstühle von bedeutender Höhe zu rechnen, wie sie aus Holz vielfach gebaut worden sind, um die Türme vor den Wirkungen des Schwingens der Glocken zu bewahren. Wir erinnern hier an den zirka 19 m hohen Glockenstuhl im *St. Stephans*-Turme zu Wien, ferner an jenen in der *Thomas*-Kirche zu Leipzig von 20 m Höhe[183]), sodann an den von *Viollet-le-Duc* 1852 neu erbauten 24 m hohen Glockenstuhl *(Beffroi)* in einem der Westtürme der *Notre-Dame*-Kirche zu Paris etc. Alle diese Glockenstühle sind selbstverständlich gut verstrebt; allein außer den Ecksäulen sind auch noch Zwischensäulen zum unmittelbaren Aufnehmen des Druckes der Glockenachsen angebracht, was dem ganzen Verbande schaden muß. Daher ist, um die ganze Standsicherheit des Glockenstuhles tunlichst zu erhöhen, für diese Konstruktionen die Anwendung lediglich von Ecksäulen, die nach Art amerikanischer Brücken (nach *Long*'schem System) miteinander verstrebt sind, zu empfehlen; auch ist ein derartiger Stuhl aus Holz in der Christus-Kirche zu Hannover auf den Rat des Verfassers dieses Kapitels von *Hase* 1864 ausgeführt.

77. Glockenstühle von großer Höhe.

[183]) Siehe: BREYMANN, G. A. Allgemeine Bau-Construktions-Lehre. II. Theil: Construktionen in Holz. 4. Aufl. Von H. LANG. Stuttgart 1870.

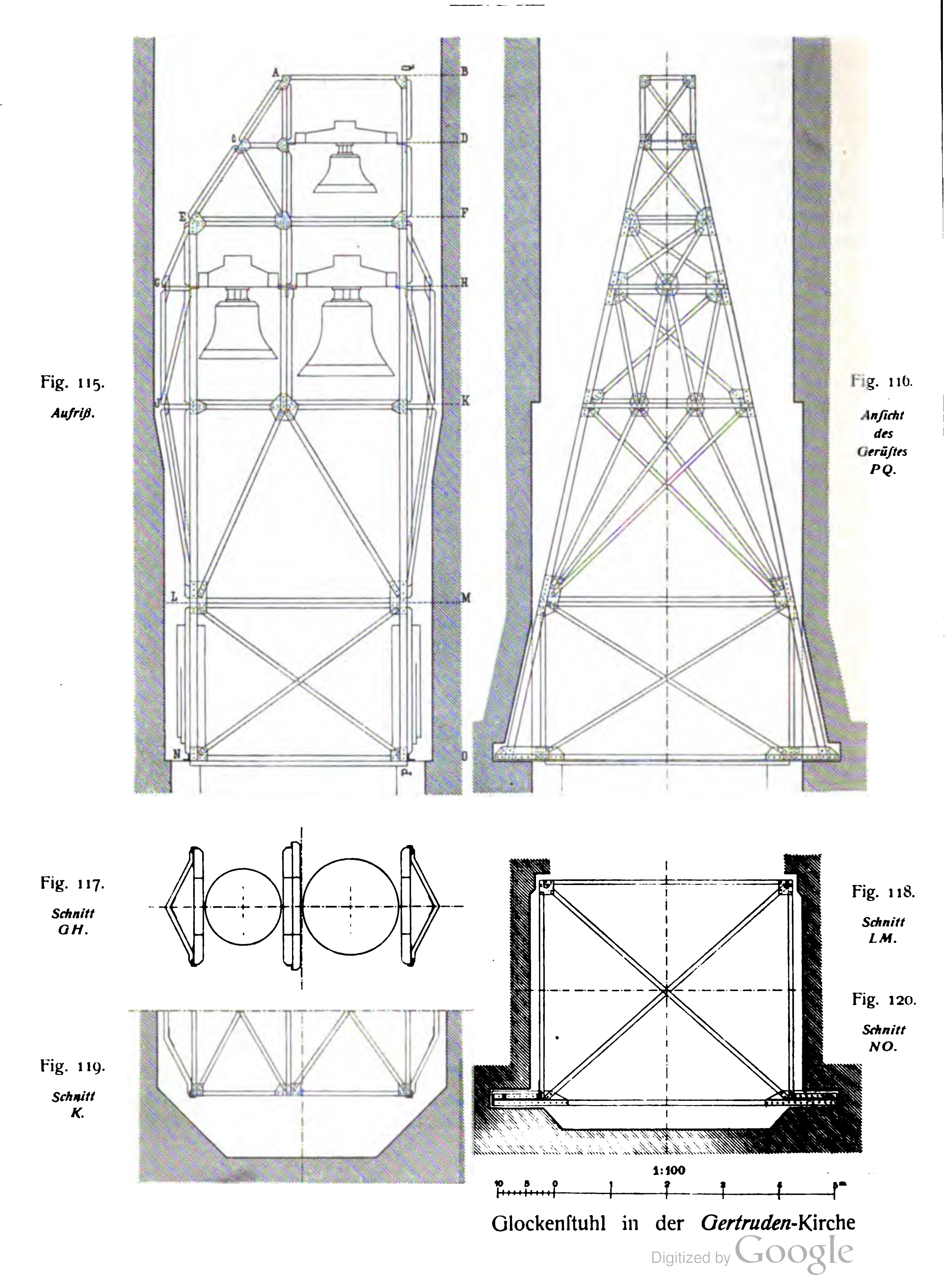


Fig. 115. *Aufriß.*

Fig. 116. *Ansicht des Gerüstes PQ.*

Fig. 117. *Schnitt GH.*

Fig. 118. *Schnitt LM.*

Fig. 119. *Schnitt K.*

Fig. 120. *Schnitt NO.*

Glockenstuhl in der *Gertruden*-Kirche

Für Eiſenkonſtruktion dürfte eine der bei eiſernen Viaduktpfeilern gebräuchlichen Anordnungen mit Vorteil anzuwenden ſein. Eine ſolche iſt für die von *Otzen* erbaute *Gertruden*-Kirche in Hamburg vom Verfaſſer entworfen[184]) und in Fig. 115 bis 124 dargeſtellt.

Es handelte ſich hier um die Aufhängung dreier Glocken von 2700, 1375 und 800 kg Gewicht. Die einfache Konſtruktion bedarf nur inſofern einer Erläuterung, als zwiſchen den Wagrechten *E F* und *L M* (Fig. 115) zwei pyramidale Anhängſel außerhalb der Geſpärre angebracht ſind, durch welche dieſe jedes für ſich die erforderliche Widerſtandsfähigkeit gegen ſeitliche Schwankungen und gegen Verdrehung erhalten.

Unter Bezugnahme auf die Berechnung der Beanſpruchung des Neuenkirchener Glockenſtuhles findet ſich im vorliegenden Falle das Drehmoment zu

$$M = \left[(2700 + 1375)\ (8{,}5 - 2{,}8) + 800\ (11{,}05 - 2{,}8)\right]\ 1{,}565 = 46680 \text{ mkg}.$$

Da das eigene Moment des Glockenſtuhles bei etwa 5300 kg Gewicht am Hebel von 2,80 m = 14840 mkg beträgt, ſo bedarf es an jedem der 4 Eckpunkte der Stuhlbaſis einer niederhaltenden Kraft beim Läuten – dieſes nach gewöhnlicher Art vor ſich gehend angenommen – von

$$\frac{46680 - 14840}{2 \cdot 5{,}6} = 2843 \text{ kg},$$

welche durch das auf die äußere Hälfte der Schwellen (wie aus Fig. 115 zu entnehmen) ſich aufſetzende Mauerwerk geboten wird.

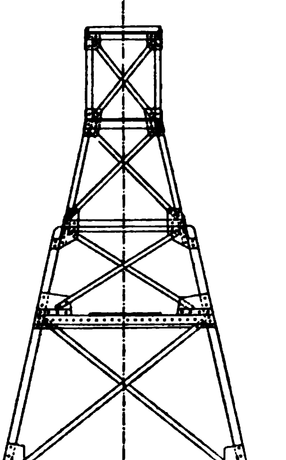


Fig. 121. *Mittelbock.*

Unter gleicher Vorausſetzung findet ſich die größte Beanſpruchung der Eckſparren des Glockenſtuhles auf Druck zu je

$$\frac{5300 \cdot 2{,}8 + 4075 \cdot 11{,}3 + 800 \cdot 13{,}85}{2 \cdot 5{,}3} = 6789 \text{ kg};$$

ſomit kommen auf 1 qcm des aus Winkeleiſen von 120 × 120 × 15 mm beſtehenden Sparrenquerſchnittes von 33,75 qcm Fläche rund 200 kg.

Die Knickfeſtigkeit bei einer größten freien Länge der Eckſparren zwiſchen den Schichten *I K* und *L M* von 3,50 m ergibt ſich, unter Benutzung des vorhin gebrauchten Ausdruckes, da $F = 33{,}75$ und $J = 188$ (in Centim.), zu

$$P = \frac{33{,}75 \cdot 188}{188 + 0{,}000044 \cdot 350^2 \cdot 33{,}75} = 48031 \text{ kg}$$

und gegenüber einer Beanſpruchung von 6789 kg alſo eine mehr als 7-fache Sicherheit.

Es bleibt hier aber zu bemerken, daß die Glokken der *Gertruden*-Kirche nach dem *Collier*'ſchen Syſteme aufgehängt und daher die Kraftwirkungen beim Läuten weit kleiner ſind, als hier berechnet.

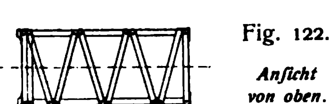


Fig. 122. *Anſicht von oben.*

Die Koſten des Stuhles haben im ganzen 3132 Mark betragen, wovon 2800 Mark an die Lübecker Maſchinenfabrik als die Lieferantin bezahlt wurden.

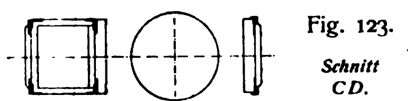


Fig. 123. *Schnitt CD.*

Ein ähnlicher Stuhl, in Fig. 100 bis 106 (S. 91 bis 93) dargeſtellt, iſt im Turm der von *Weidenbach* gebauten Lukaskirche in Dresden errichtet. Darin hängt das nach dem Vorſchlage des Verfaſſers (D. R.-P. Nr. 105250) mit Federn zur Beſchleunigung des Schwingens und Sicherung eines richtigen Anſchlages des Klöppels verſehene, in Art. 71 (S. 91) beſprochene Geläute.

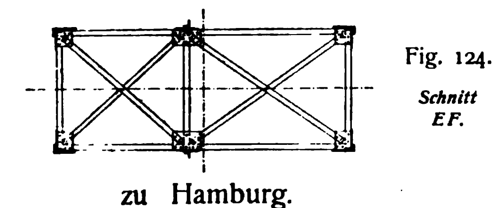


Fig. 124. *Schnitt EF.*

zu Hamburg.

[184]) Siehe: Kall, C. St. Gertrud in Hamburg. Hamburg 1888.

Dieſer im Jahre 1902 aufgeſtellte, nach dem Entwurfe des Verfaſſers konſtruierte Glockenſtuhl trägt 4 Glocken von 4829, 3060, 1420 u. 130 kg Gewicht = 9439 kg und iſt aus gleichſchenkeligen Winkeleiſen zuſammengeſetzt; die Eckſparren meſſen 130 × 14 mm, die übrigen Teile 110 × 12 mm und die Lagerträger 120 × 13 mm. Das Geſamtgewicht, aus

Winkeleiſen:	9199,59 kg
Blechen 10 mm ſtark:	2028,00 „
Nieten und Schrauben:	322,00 „
gebildet, beläuft ſich auf	11 549,59 kg.

Die beiden hohen Glockenſtühle wiegen demnach:

$$\text{der Dresdener } \frac{11549{,}59}{9710} = 118{,}94 \text{ Vomhundert}$$

$$\text{und der Hamburger } \frac{5800}{4875} = 108{,}78 \text{ Vomhundert,}$$

alſo im Mittel etwa 114 Vomhundert der Glockenlaſt bei Höhen von 12,60 und 12,80 m.

78. Schwingen der Türme.

Die beim Läuten entſtehenden wechſelnden Einwirkungen auf die Türme können letztere unter Umſtänden in Schwingungen verſetzen. Hier iſt namentlich auf die pendelartige Bewegung des Wiener *Stephans*-Turmes beim Läuten hinzuweiſen, über welche *v. Schmidt* die in der unten angeführten Quelle[135]) wiedergegebenen Mitteilungen gemacht hat.

Größere Schwingungen des Turmmauerwerkes entſtehen, ſobald ein Rhythmus zwiſchen der Schwingungsdauer der Glocken und derjenigen der Türme ſelbſt eintritt. Beim gleichzeitigen Läuten mehrerer Glocken, die ſtets verſchiedene Schwingungszeiten haben, läßt ſich eine allmähliche Steigerung der Schwingungsamplituden weniger leicht erwarten als beim Läuten nur einer Glocke. Nach Analogie der allgemein bei elaſtiſchen Körpern zu beobachtenden Schwingungserſcheinungen iſt es zwar außer Zweifel, daß die Größe der Kraftwirkungen beim Erregen der Schwingungen eine bedeutende Rolle ſpielt, daß Schwingungen überhaupt nur eintreten, wenn die rhythmiſch wiederholten Kraftwirkungen eine gewiſſe Stärke beſitzen; allein ebenſo ſicher iſt es, daß von zwei ſonſt ähnlichen elaſtiſchen Konſtruktionen die ſteifere, ſtabilere am raſcheſten ſchwingt, und daß daher beiſpielsweiſe eiſerne Brücken nur bei raſchem Tempo von im Takt darüber ſchreitenden Perſonen in Schwingungen geraten, während dies bei hölzernen Brücken unter ſonſt gleichen Verhältniſſen ſchon bei langſamem Schreiten erfolgt. Es läßt ſich daher erwarten, daß mitunter kleine, daher raſcher als große ſchwingende Glocken eher als letztere eine Turmſpitze in Pendelbewegungen zu verſetzen im ſtande ſind.

Eine neuere „Beobachtung von Turmſchwankungen beim Läuten der Glocken" hat *Bürgin* in Karlsruhe in der unten genannten Zeitſchrift[136]) veröffentlicht. Bei einer Standhöhe des Glockenſtuhles von 23,69 m iſt die Turmſpitze 43,38 m hoch; der Ausſchlag während des Läutens der 1200 kg ſchweren größten Glocke betrug 6,10 mm. Die mitgeteilte Tabelle der Schwingungsausſchläge gibt aber durch bedeutende Abweichungen, die *Bürgin* lediglich auf Beobachtungsfehler ſchiebt, Anlaß zu der übrigens ſehr wahrſcheinlichen Annahme, daß der Rhythmus der Eigenſchwingung des Turmes — glücklicherweiſe — mit demjenigen der großen Glocke nicht harmoniert hat.

Beim Probeläuten der Glocken der Lukaskirche in Dresden iſt eine Bewegung weder des Stuhles, noch des Turmes empfunden worden. Die mit feinen

135) Deutſche Bauz. 1871, S. 86.
136) Deutſche Bauz. 1899, S. 326, 330.

Libellen angeſtellten Beobachtungen haben ebenfalls ſo kleine Werte ergeben — 70 Sekunden für den Stuhl am oberen Ende und 1 Sekunde für den Turm in der Höhe des Fußes des Glockenſtuhles —, während im Geſchoß über dem Glockenſtuhl 3 Sekunden beobachtet worden ſind. Dieſe Zahlen geben zu weiteren Unterſuchungen kaum Anlaß, und noch weniger laſſen ſich aus denſelben irgend welche Befürchtungen für die Standfeſtigkeit herleiten.

Die Schwingungsdauer von Türmen, wie von ſchlanken Bauwerken überhaupt, hängt von ihrer Biegungsfeſtigkeit, ihrer Maſſe, ſowie deren Verteilung der Höhe nach ab. 79. Schwingungsdauer. Als die Pendellänge vertretend iſt diejenige Durchbiegung anzuſehen, welche eintreten würde, wenn das betreffende Bauwerk wagrecht gerichtet im Boden eingemauert wäre oder, was dasſelbe ſagt, wenn die Schwerkraft als wagrecht wirkend angenommen würde, worüber die Mitteilungen des Verfaſſers in der unten genannten Zeitſchrift[187]) Näheres enthalten. Bezeichnet man danach die Durchbiegung, welche infolge einer Einzellaſt am Ende eines elaſtiſchen Stabes entſteht (in Millim.) mit u_1 und die durch eine gleichmäßig verteilte Laſt, einſchl. des Eigengewichtes, ſich ergebende mit u_2, ſo iſt die Schwingungsdauer (in Sekunden)

$$t = \sqrt{0{,}0040252\, u_1 + 0{,}0031736\, u_2}\,.$$

Aus dieſem Ausdrucke ſind die Folgerungen zu ziehen, daß es zur Vermeidung von Schwingungen, welche zerſtörend wirken, rätlich iſt, ein hohes Gebäude in ſeinen oberen Teilen möglichſt leicht zu halten, ferner es aus Bauſtoffen mit tunlichſt hohem Elaſtizitätskoeffizienten, dieſen in Säulenhöhe nach Analogie der Reißlänge ausgedrückt, herzuſtellen, ſodann hohe Fenſter oder Schlitze, welche ein Zerlegen des Querſchnittes darſtellen und zu einer bedeutenden Verringerung des Biegungswiderſtandes, mithin Erhöhung der unter der gedachten Vorausſetzung wagrechter Einmauerung ſich berechnenden Durchbiegung führen, zu meiden, und endlich, daß maſſive Turmhelme der Stabilität abträglicher ſind als die weit leichteren hölzernen und namentlich eiſernen Gerüſte.

Selbſtverſtändlich iſt die Berechnung und ſonſtige Ermittelung von Durchbiegungen unter den gemachten Vorausſetzungen bei den meiſt nicht einfachen Formen der Turmbauwerke ſchwierig. Um indeſſen die unter einfachen Vorausſetzungen beſtehende Möglichkeit der Berechnung darzulegen, diene folgendes Zahlenbeiſpiel.

Es ſei der prismatiſche Teil eines quadratiſchen Turmes von 6 m äußerer und 4 m innerer Weite, bei durchweg 1 m ſtarken undurchbrochenen Mauern von einem Elaſtizitätskoeffizienten $E = 40\,000$ und einem Einheitsgewicht = 2, mithin einer Höhe H der den Elaſtizitätskoeffizienten vertretenden Säule $= \frac{40\,000}{0{,}2} = 200\,000$ m, 40 m hoch und darauf eine Spitze, welche ihrer Maſſe nach einer Höhe des prismatiſchen Teiles von 10 m entſpricht, ſo daß der Turm einer Mauerwerksſäule von insgeſamt 50 m Höhe in Bezug auf Stabilität, Maſſe und annähernd auch Maſſenverteilung gleich zu achten iſt. Wie groß iſt die Dauer einer Hin- und Herſchwingung?

Sehen wir von den vorauszuſetzenden Einzellaſten, z. B. den Glocken, als unerheblich gegen die Maſſe des Turmes, ab, nehmen alſo an, daß lediglich die Eigenmaſſe des Turmes zur Wirkung kommt, ſo iſt die in Rechnung zu bringende Durchbiegung

$$u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{p\, l^4}{E J} \quad \text{oder, da} \quad \frac{p}{E} = \frac{F}{H}, \quad u_2 = \frac{5}{24} \cdot \frac{F\, l^4}{H J},$$

worin F die wagrechte Querſchnittsfläche und das Trägheitsmoment dieſer Fläche bezeichnet. In Ziffern iſt daher

[187]) Deutſche Bauz. 1885, S. 163; 1886, S. 549.

$$l = 5000 \text{ cm}, \quad F = 600^2 - 400^2 = 200\,000,$$
$$H = 20\,000\,000 \text{ cm},$$
$$J = \frac{1}{12}\,(600^4 - 400^4) = 8\,666\,700\,000\,;$$

ſonach
$$u_2 = 150{,}2 \text{ cm} = 1502 \text{ mm},$$

und es iſt demnach die Dauer einer Doppelſchwingung

$$t = \sqrt{0{,}0031736 \cdot 1502} = 2{,}183 \text{ Sekunden};$$

eine Einzelſchwingung dauert mithin 1,095 Sekunden, welche Dauer etwa der Schwingungsdauer einer Glocke vom Durchmeſſer (vergl. die Formel auf S. 85)

$$D = G\,\frac{1{,}092^2}{\pi^2 \cdot 0{,}96864} = 1{,}1225 \text{ m}$$

oder von $1{,}2225^3 \cdot 478{,}6 = 873$ kg Gewicht entſpricht.

Ein Turm, wie der angenommene, würde ſomit das Läuten einer einzelnen Glocke von 873 kg Gewicht, gewöhnliche Aufhängung vorausgeſetzt, nicht ertragen können.

Mag die Annahme eines Elaſtizitätskoeffizienten von 40 000 kg für 1 qcm oder $H = 200\,000$ m etwa für Mauerwerk aus weicherem Sandſtein in Kalkmörtel gelten, ſo würde für Granit ein Elaſtizitätskoeffizient von 224 600 bis 454 000 kg oder beim Einheitsgewicht von 2,50 bis 3,05 von $H = 900\,000$ bis 1 500 000 m ſich ergeben[138]).

Da die Schwingungsdauer in umgekehrtem Verhältniſſe der Wurzelwerte von H ſteht, ſo würde für den ſoeben betrachteten Turm bei Herſtellung aus Granit mit feinen Fugen die Schwingungszeit höchſtens

$$t = \frac{2{,}183 \cdot \sqrt{200\,000}}{\sqrt{900\,000}} = 1{,}03 \text{ Sekunden}$$

betragen.

80. Schwingen der Glockenſtühle.

Für den Beſtand eines Glockenſtuhles iſt ſelbſtverſtändlich ſeine eigene Steifigkeit und die Ausſchließung eigener Pendelbewegungen von Bedeutung. Bei niedrigen Glockenſtühlen oder -Gebälken von kleiner Spannweite kann bei ſtatiſch ausreichender Tragfähigkeit ohne weiteres eine genügende Steifheit als vorhanden angenommen werden, während dies für hohe oder weit geſpannte Stühle oder Gebälke in jedem einzelnen Falle der Unterſuchung bedarf.

Eine ſolche für den Glockenſtuhl der *Gertruden*-Kirche in Hamburg geführte Berechnung ergibt für die oberſte Aufhängeſtelle eine Durchbiegung von nicht ganz 4 mm und ſomit eine Schwingungsdauer von etwa 1/8 Sekunde, ſo daß durch die Schwingung auch der kleinſten Glocke, welche bei 1,16 m Durchmeſſer zum Hin- und Herwege 2,128 Sekunden gebraucht, eine allmähliche Steigerung der Schwingungsamplitude des Stuhles nicht entſtehen kann.

81. Stühle für feſthängende Glocken.

Für feſthängende Glocken handelt es ſich nur um lotrechte Unterſtützung; die Stühle für ſolche können daher ſehr einfach konſtruiert ſein. Vor der erſt in den letzten Jahrzehnten allgemein gewordenen Anwendung des Schmiedeeiſens hat man ſolche Glockenſtühle, wie auch diejenigen für Turmuhren, mehrfach aus Gußeiſen hergeſtellt, und es findet ſich ein ſolcher Stuhl in der Louiſenſtädtiſchen Kirche zu Berlin[139]) und im Turme des Parlamentshauſes zu London[140]).

Eine beſondere Läutevorrichtung mittels frei ſchwingenden Klöppels innerhalb der feſtſtehenden Glocke wendet nach der unten genannten Quelle[141]) *Scheuren* in Bracht bei Kaldenkirchen an.

[138]) Siehe: Civiling. 1877, S. 379.

[139]) Siehe: Zeitſchr. f. Bauw. 1861, S. 479.

[140]) Siehe: DENISON, E. B. *Treatiſe on clocks, watches and bells.* 4. Aufl. London 1862.

[141]) Deutſche Ind.-Ztg. 1888, S. 388.

Literatur
über „Glockenſtühle".

The hanging of church bells. Builder, Bd. 10, S. 251, 331.
Montage des cloches et conſtruction des beffrois. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 318, 365.
On ſome alterations in bells and bell machinery. Builder, Bd. 13, S. 159.
SMITH, C. H. *On the forms, methods of caſting, and ringing of large bells. Builder,* Bd. 14, S. 11.
DENISON, E. B. *Of bells and the mode of ringing them. Builder,* Bd. 14, S. 88, 164.
Forms and muſical properties of bells. Builder, Bd. 14, S. 144.
LUKIS, W. C. *An account of church bells; with ſome notices of Wiltſhire bells and bell-founders.* London u. Oxford 1857.
OTTE, H. Glockenkunde. Leipzig 1858.
ELLACOMBE, H. T. *Practical remarks on belfries and ringers.* London 1859.
STEIN. Glockenſtuhl von Eiſen in der Kloſterkirche in Berlin. Zeitſchr. f. Bauw. 1860, S. 486.
Glockenſtuhl der St. Nicolaus-Kirche zu Innsbruck. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1860, S. 357.
Beſchreibung des Verfahrens bei Aufhängung der Glocken im Thurm des Weſtminſter-Palaſtes. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1861, S. 191.
Regeln für die Anlage von Glockenhäuſern. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1861, S. 461.
Ueber das Aufhängen der Glocken. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1861, S. 59.
Ueber Glockenſtühle und Aufhängen der Glocken. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1863, S. 85, 101.
Die Glockenſtühle von POZDECH in Peſth. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1863, S. 219.
Glockenguß und Aufhängevorrichtung, nach MAILLARD. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1864, S. 370.
Égliſe de Maſny. Beffroi. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 53.
Glockenläutevorrichtung, von RITTER in Trier. Zeitſchr. f. Bauw. 1865, S. 373.
SPERLING, J. H. *Church bells: their antiquities and connexion with architecture. Builder,* Bd. 23, S. 241, 254.
Bells and wood-work. Builder, Bd. 25, S. 642.
ORTH. Haben ſich eiſerne Glockenſtühle bewährt und wo iſt etwas darüber veröffentlicht? Zeitſchr. f. Bauw. 1868, S. 307.
Ritter's patentirte Glockenaufhängung. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1868, S. 37.
Aufhängung der Glocken nach *Ritter*'ſcher Methode. Deutſche Bauz. 1869, S. 99.
JAEHN. *Ritter*'s patentirte Glockenaufhängung. Baugwks.-Ztg. 1869, S. 47.
Antifriktionslager für Glocken. Deutſche Bauz. 1871, S. 215.
KÖPCKE. Ueber eiſerne Glockenſtühle. Prot. d. ſächſ. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 58.
RAU, E. Glockengießerkunſt. Allg. Bauz. 1872, S. 330.
KECK. Berechnung ſchmiedeeiſerner Glockenſtühle. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 638.
GUGITZ, G. Neue und neueſte Wiener Bauconſtructionen etc. Wien. — Nr. 65: Eiſerner Glockenſtuhl für die 5590 kg ſchwere Glocke der Votivkirche.
Belfries and bells. Builder, Bd. 31, S. 21.
Bells and bell-cages. Builder, Bd. 31, S. 170.
LUND, G. *On bells, and modern improvements for chiming and carillons. Builder,* Bd. 32, S. 201.
The bells and carillon machine, Worceſter cathedral. Builder, Bd. 32, S. 238.
Suspenſion de cloche à Narbonne. Revue gén. de l'arch. 1875, S. 241 u. Pl. 52.
Achſendrücke ſchwingender Glocken. Deutſche Bauz. 1875, S. 238.
Something about church bell-hanging, and the vibration of bell-towers. Builder, Bd. 33, S. 33.
VISSER, J. E. Einiges über das Aufhängen von Thurmglocken. Baugwks.-Ztg. 1875, S. 786; 1876, S. 6.
VELTMANN. Ueber die Bewegung einer Glocke. Polyt. Journ., Bd. 220, S. 481.
OTZEN, J. Die St. Johanniskirche in Altona. c, 1) Glockenſtuhl und Glocken. Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 13.
The new bells and bell-cage, St. Paul's cathedral, London. Builder, Bd. 36, S. 1066.
Bells and bellfounding; a practical treatiſe upon church bells. By X. Y. Z. Briſtol 1879.
Der Lambertithurm zu Münſter. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1879, S. 255.
KÖPCKE. Mittheilungen über die Conſtruction und Stabilitätsverhältniſſe eines auf dem Thurme der Kirche zu Neuenkirchen bei Osnabrück in Ausführung gebrachten eiſernen Glockenſtuhles. Mitth. d. Sächſ. Ing.- u. Arch.-Ver. 1879, S. 132.

Bells. Iron, Bd. 14, S. 45, 138.
VELTMANN, V. Die Kölner Kaiſerglocke etc. Bonn 1880.
Bell-mounting. Engineer, Bd. 49, S. 283.
ADLER, F. Das Münſter zu Freiburg i. Br. Deutſche Bauz. 1881, S. 505.
STÜVE. Wiederaufbau der Thurmſpitze der St. Katharinen-Kirche zu Osnabrück im Jahre 1880. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1882, S. 21.
DORNBLÜTH. Glocken-Auflager mit wälzender Bewegung der Axe. Deutſche Bauz. 1884, S. 567.
HEHL, CH. Dreifaltigkeits-Kirche zu Hannover. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1884, S. 443.
Kirche zu Kaſſob. Deutſches Baugwksbl. 1885, S. 677.
Ueber Glocken und Glockenſtühle. Wochſchr. d. öſt. Ing.- u. Arch.-Ver. 1886, S. 346.
Das Aufhängen der Glocken nach dem Syſtem *Collier.* Baugwks.-Ztg. 1886, S. 906.
Hamburger Kirchen. Deutſche Bauz. 1887, S. 566, 578, 590.
KALL, C. St. Gertrud in Hamburg etc. Hamburg 1888.
Der Neubau der Kirche zum heiligen Kreuz in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 467. Deutſche Bauz. 1889, S. 345, 381.
HEHL, CH. Die katholiſche Pfarrkirche zu Harſum. — Der eiſerne Glockenſtuhl. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1888, S. 362.
Ein neues Läutewerk für Kirchthurmglocken. Baugwks.-Ztg. 1889, S. 608.
St. James's church, Great Grimsby, Lincolnſhire. Building news, Bd. 59, S. 818.
Conſtruction of bells. American machiniſt 1890, S. 11.
Suspenſion de la cloche „La Savoyarde". Le génie civil, Bd. 28, S. 93.
WOLFF, C. Appuns Victoria-Glocken. Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 562.
Der neue Glockenſtuhl des Ulmer Münſter. Deutſche Bauz. 1898, S. 137.
HERTLEIN, W. *Kurtz*'ſche Aufhängungsweiſe für Glocken. Deutſche Bauz. 1899, S. 394.
PFLUGSCHMID, O. Die Bauart und Akuſtik der Glockenſtuben. Deutſche Bauhütte 1900, S. 118.

Handbuch der Architektur.

III. Teil:

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

FÜNFTE ABTEILUNG.

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

Allgemeines.

In Abteilung III und IV des III. Teiles dieſes „Handbuches" (Teil III, Band 2, Heft 1 bis 5 und Band 3, Heft 1 bis 5, ſowie in den vorhergehenden Kapiteln des vorliegenden Heftes wurden die „Raumbegrenzenden Konſtruktionen" beſprochen, ſowie diejenigen, welche dem „Inneren Ausbau" angehören. Außer dieſen gibt es noch eine Anzahl zum Teile wichtiger konſtruktiver Anlagen, welche entweder beide genannte Gruppen betreffen oder ſich in keine derſelben einreihen laſſen. Dieſe ſollen im nachſtehenden unter der gemeinſamen Überſchrift „Verſchiedene bauliche Anlagen" als Abteilung V vorgeführt werden. Es werden dazu gezählt:

1) Sicherungen gegen Feuer (Abſchn. 1, Kap. 1).
2) Blitzableiter (Abſchn. 1, Kap. 2).
3) Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenſenkungen und Erderſchütterungen (Abſchn. 1, Kap. 3).
4) Stützmauern (Abſchn. 2, Kap. 1).
5) Terraſſen und Perrons (Abſchn. 2, Kap. 2).
6) Freitreppen und äußere Rampen (Abſchn. 2, Kap. 2).
7) Befeſtigung der Bürgerſteige und Hofflächen (Abſchn. 3, Kap. 1).
8) Vordächer (Abſchn. 3, Kap. 2).
9) Eisbehälter und Anlagen mit künſtlicher Kälteerzeugung (Abſchn. 3, Kap. 3).

III. Teil, 5. Abteilung:

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

---

1. Abſchnitt.

Sicherungen gegen Feuer, Blitzſchlag, Bodenſenkungen und Erderſchütterungen.

Von E. SPILLNER.

1. Kapitel.

Sicherungen gegen Feuer.

Die Beantwortung der Frage, wie die Gebäude gegen Feuer geſchützt werden ſollen, hat in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortſchritte gemacht. Die Anſichten über die Bewährung der natürlichen Steine, des Holzes und des Eiſens, ſowie zahlreicher künſtlich zuſammengeſetzter feuerſicherer Bauſtoffe klären ſich allmählich. Namentlich hat hierzu die im Februar 1893 vorgenommene Prüfung feuerſicherer Baukonſtruktionen beigetragen. Die Stadt Berlin hatte ein zum Abbruche beſtimmtes Haus zur Verfügung der Berliner Feuerwehr geſtellt. In dieſes wurden als feuerſicher bezeichnete Bauſtoffe und Fabrikate eingebaut und durch Entzündung eines Brandes auf ihren Wert geprüft[142]).

Im nachſtehenden ſollen die Sicherungen gegen Feuer, welche einerſeits in geeigneter Wahl der Bauſtoffe und Konſtruktionen, andererſeits in Löſcheinrichtungen für den Fall eines ausgebrochenen Brandes beſtehen, im Zuſammenhange betrachtet werden[143]). Vorher wollen wir jedoch noch zwei wichtige preußiſche Miniſterial-Erlaſſe erwähnen, in denen eine Fülle allgemein zu beachtender Vorſchriften über feuerſichere Bauweiſe niedergelegt iſt:

1) Erlaß vom 18. März 1891, betr. Einrichtung von Theatern, Zirkusgebäuden und öffentlichen Verſammlungsräumen.

2) Erlaß vom 6. Mai 1901, enthaltend: Beſtimmungen für Gebäude, welche ganz oder teilweiſe zur Aufbewahrung einer größeren Menge brennbarer Stoffe beſtimmt ſind. (Warenhäuſer, Geſchäftshäuſer u. ſ. w.). —

Beide zu beziehen von der Reichsdruckerei in Berlin.

Um Mißverſtändniſſe auszuſchließen, ſoll bemerkt werden, daß im nachſtehenden als „feuerſicher" ſolche Stoffe bezeichnet werden, welche lange Zeit dem Feuer Widerſtand leiſten; als „unverbrennlich" diejenigen, die auch in ſtärkſten Feuerbrünſten keine weſentliche Veränderung erleiden.

---

142) Wir werden mehrfach auf den hierüber von *Stude & Reichel* erſtatteten Bericht zurückkommen und ihn kurz als „Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893" bezeichnen. Auszüge aus dieſem Berichte finden ſich in: Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 75. – Deutſche Bauz. 1893, S. 87.

143) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 18 u. 19 (S. 30–32).



a) Feuerficherheit der wichtigeren Bauftoffe und Baukonftruktionen.

Bisher nahm man vielfach an, daß der Maffivbau, gleichviel ob natürliches oder künftliches Steinmaterial[144]) verwendet wird, einen ausgezeichneten Schutz gegen Feuer gewähre. Erft die Brände von Straßburg und Paris 1870 und 1871 haben diefe Zuverficht gewaltig erfchüttert. So hat fich z. B. der viel verwendete franzöfifche Kalkftein *(Calcaire groffier)*, welcher auch in Deutfchland nicht felten Eingang findet, gänzlich ungeeignet gezeigt, dem Feuer Widerftand zu leiften. Franzöfifche Architekten fchreiben dies der „Näffe" desfelben zu[145]), indem fie annehmen, daß beim Erhitzen des Steines eine fchnelle Ausdehnung des eingefchloffenen Waffers erfolgt, welches fich fchließlich in Dampf verwandelt und fo den Stein zerfprengt. Auch in Deutfchland ift die Anficht vertreten, daß hygrofkopifche Steine wenig feuerbeftändig feien. Indeffen dürften die Poren, welche das Waffer fo bereitwillig eingelaffen haben, diefem und dem fich bildenden Dampfe genügend fchnellen Ausgang geftatten. Wir werden daher die Hauptzerftörungsurfachen in zwei anderen Faktoren zu fuchen haben: 82. Natürliche Steine.

1) in der chemifchen Veränderung des ganzen Steines oder einzelner Teile desfelben und

2) in der verfchiedenartigen Ausdehnung der letzteren.

Eine chemifche Veränderung erleiden alle diejenigen Steine, welche Kohlenfäure enthalten, die fie beim Erhitzen abgeben und dadurch zerfallen oder wenigftens an Feftigkeit verlieren.

Hierher gehören die Kalkfteine, Mergel und Dolomite, ferner diejenigen Sandfteine, in denen Kalk oder Mergel als Bindemittel vorkommt. Durch ungleiche Ausdehnung werden die grobkörnigen Granite und Syenite zerftört. Es ift bekannt, daß man zum Sprengen von Granitblöcken noch heute das fog. Feuerfetzen anwendet, wobei aber der Stein feine Feftigkeit völlig einbüßt. Ferner ift die geringe Feuerbeftändigkeit der in der Mark Brandenburg vielfach verwendeten Feldfteine (Granitfindlinge) mehrfach beobachtet worden. Hingegen find als feuerbeftändig zu erachten: diejenigen Sandfteine, welche quarziges Bindemittel enthalten; ferner Serpentin, Glimmerfchiefer, Chloritfchiefer, Tonfchiefer; am meiften Trachyt, harte Bafaltlava und Bimsftein. Sog. Kunftftein hat fich ebenfalls im Brande gehalten[146]).

Viel beffer als der natürliche Stein bewährt fich der Backftein[147]), fo daß *Viollet-le-Duc* nach dem Brande von Paris vorfchlug, Quadermauern nicht mehr, wie bisher, mit Bruchfteinen, fondern mit Ziegeln zu hinterblenden, da die Hauptgefahr für die Faffadenmauern nicht von außen, fondern von innen komme. Noch ficherer wird das Verfahren fein, zwifchen der Backfteinverblendung und dem Quadermauerwerk eine Luftfchicht zu laffen. 83. Backfteine.

Beim Brande der Stärkefabrik zu Salzuflen (1881) zeigte es fich, daß die aus Backfteinmauerwerk hergeftellten Teile der Umfaffungswände der Glut zu trotzen vermochten, während das Bruchfteinmauerwerk, obgleich bedeutend dicker, gänzlich vom Feuer zerftört worden war[148]).

Ebenfo waren nach dem Brande des Rathaufes zu Aachen (1883) die aus dem tonhaltigen Udelfanger Sandftein erbauten Zinnen von Kreuz- und Querriffen durchzogen und Stufen von fog. Blauftein (Kalkftein) in Ätzkalk verwandelt; hingegen hatten die nur 1 Stein ftarken Backfteingewölbe des hiftorifchen Krönungsfaales diefen vollkommen gegen die Glut und den Zufammenbruch des hohen, hölzernen Dachftuhles gefchützt.

Allein auch die Backfteine find in ihrem Verhalten fehr verfchieden; namentlich find diejenigen leichter zerftörbar, welche Kalkteile enthalten. Geradezu un-

---

144) Siehe Teil I, Bd. 1, erfte Hälfte (Abt. I, Abfchn. 1, Kap. 1: Stein) diefes „Handbuches".

145) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.*, 1872, S. 134.

146) Siehe: Deutfche Bauz. 1888, S. 151.

147) Siehe Teil I, Bd. 1, erfte Hälfte (Abt. I, Abfchn. 1, Kap. 1: Stein, fowie Kap. 2: Tonerzeugniffe) diefes „Handbuches".

148) Siehe: Deutfche Bauz. 1883, S. 226.

verbrennlich ſind die ſog. feuerfeſten Steine[149]), daher als Auskleidung von Feuerungen vorzugsweiſe gebraucht. Bei ihrem keineswegs hohen Preiſe eignen ſie ſich ſehr gut zur Überwölbung von Treſoren, Archiven etc., und man muß es bedauern, daß ſie für Hochbauzwecke bisher ſo wenig Verwendung gefunden haben.

84. Aſphalt, Gips, Ton, Zement, Korkſtein, Asbeſt.

Natürlicher Aſphalt (*Seyſſel* oder *Val de Travers*[150]) iſt trotz ſeines Bitumengehaltes als feuerſicher zu erachten. Holzfußböden, mit 2 cm ſtarker Aſphaltlage überdeckt, haben von herabfallendem Feuer nicht gelitten. Künſtlicher Aſphalt hat dieſe Eigenſchaft in geringerem Grade.

Gips[151]) iſt eines der beſten Feuerſchutzmittel. Beim Brande von Paris haben Kalkſteinmauern, welche im Inneren mit Gips überzogen waren, an dieſer Seite wenig gelitten, während ſie im Äußeren ſtark beſchädigt waren; ebenſo haben ſich Gipsdecken gut bewährt.

Nach den Verſuchen von ***Hardwick*** in London haben 3 cm ſtarke Gipsplatten, welche an die untere Fläche hölzerner Balkendecken angeſchraubt waren, dieſe gegen den Brand darunter geſtellter Teertonnen vollkommen geſchützt. — ***A. & O. Mack*** in Ludwigsburg verfertigen „Gipsdielen", eine beſonders präparierte Gipsmaſſe, welcher poröſe und feſt bindende Stoffe (Haare, Federn etc.) beigemiſcht ſind[152]). ***Katz*** in Stuttgart hat ſog. „Spreutafeln" konſtruiert, ein Gemiſch von Spreu, Gips, Kalk, Leimwaſſer und Haaren. Von ***Giraudi, Brunner & Co.*** in Mülhauſen ſind „Schilfbretter" erfunden, aus Gips mit eingelegtem Schilfrohr beſtehend. Alle drei Materialien, von denen bereits in Teil III, Band 2, Heft 1 dieſes „Handbuches" die Rede war, eignen ſich zu feuerſicheren Bekleidungen von Holzwerk, leichten Zwiſchenwänden etc. — Die Feuerſicherheit der von ***Rabitz*** in Berlin erfundenen Konſtruktion, bekanntlich ein Drahtgewebe mit einem Mörtelbewurf, welcher zur Hälfte aus Kalk, zur Hälfte aus Gips mit Zuſatz von Leimwaſſer und Haaren beſteht, beruht im weſentlichen auf der Feuerſicherheit des Gipſes.

Einen feuerſicheren Mörtel, wie er z. B. zum Vermauern der Schamotteſteine gebraucht wird, gibt feuerfeſter Ton mit Schamottemehl gemiſcht. Für gewöhnliche Feuerungsanlagen genügt Lehm als Bindemittel, welcher auch vielfach zum Aufmauern von Schornſteinen, Brandmauern und Feuerſchutzmauern angewendet wird. Zement leiſtet dem Feuer bedeutenden Widerſtand; erſt bei lange anhaltendem Brande verliert er ſeine Feſtigkeit[153]).

Hieraus erklärt ſich die Feuerſicherheit der von ***Monier*** erdachten Konſtruktion, welche, wie bekannt, aus Zementmörtel mit eingelegtem Geflecht von Eiſenſtäben beſteht, ebenſo diejenige der Zementdielen.

Korkſtein brennt nicht mit heller Flamme, ſondern ſchwelt nur; das Schwelen hört ſofort auf, wenn das Feuer auf die Maſſe nicht mehr einwirkt.

Asbeſt iſt ein vorzügliches Feuerſchutzmittel. Es wird verwendet in der Form von Asbeſtzement, welcher aus kieſel- und kohlenſäurehaltigen Rohmaterialien, Graphit, Asbeſt und einem Bindemittel beſteht; ferner als Asbeſtfarbe zum Imprägnieren von Stoffen. Über beide Anwendungen werden wir noch ſprechen.

85. Holz.

Holz[154]), welches längere Zeit einer Hitze von mehr als 100 Grad C. ausgeſetzt iſt, entzündet ſich leicht, wie dies bei der Verkleidung einer Heißwaſſerheizung beobachtet iſt[155]); auch vermindert ſich ſeine Tragfähigkeit. Harzige Hölzer brennen viel ſchneller als andere, weiche ſchneller als harte; Eichenholz bietet alſo größere Sicherheit als Kiefern- und Tannenholz. Die gefährlichſte Eigenſchaft des Holzes iſt die, daß es das Feuer ſchnell verbreitet und ihm zugleich neue Nahrung zuführt; dennoch ſetzen ſtarke Hölzer dem Feuer lange

[149]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 2: Tonerzeugniſſe) dieſes „Handbuches".
[150]) Siehe ebendaſ. (Abt. I, Abſchn. 2, Kap. 3: Aſphalt) – ferner: Deutſche Bauz. 1870, S. 83.
[151]) Siehe ebendaſ. (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 3, g: Gipsmörtel).
[152]) Bewährt beim Berliner Verſuchsbrande 1893.
[153]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 246.
[154]) Siehe Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 5: Holz) dieſes „Handbuches".
[155]) Siehe: Annalen f. Gewbe. u. Bauw., Bd. 18, S. 217.

Widerstand entgegen, ehe sie brechen. Namentlich ist dies von hölzernen Pfeilern und Säulen zu sagen. *Shaw*, der Kommandant der Londoner Feuerwehr, behauptet, niemals gesehen zu haben, daß starke Holzpfeiler gänzlich zerstört wurden; er rechnet daher hölzerne Freistützen zu den feuersicheren Konstruktionen.

Theoretisch ist dies so zu erklären. Die Flamme hat unter normalen Verhältnissen ihre Richtung stets nach oben. In einer feuerbedeckten Fläche nimmt daher der Pfeiler nur einen Raum ein, der seinem Querschnitte entspricht, während der wagrecht liegende Balken auf seine ganze Länge vom Feuer berührt wird.

Holz ist überhaupt nur da leicht verbrennlich, wo es von unten her vom Feuer erreicht wird, und dies auch nur dann, wenn die Flamme ungehindert neben demselben nach oben vordringen kann oder, wie man sich volkstümlich ausdrückt, Zug nach oben hat. Decken, in denen Balken dicht an Balken liegt und bei denen die Fugen zwischen denselben durch hölzerne Dübel geschlossen werden, haben sich durchaus feuersicher gezeigt[156]. Die Sicherheit verschwindet aber sofort, wenn der geringste Luftzug durch die Decke stattfindet. Im Hauptniederlagegebäude am Zollhafen in Cöln haben die Fußböden der drei oberen Geschosse einen doppelten Holzbelag von je 3 cm Stärke mit zwischengelegter Isoliermasse erhalten[157].

Hölzerner Belag auf massiven Treppen verkohlt bei herabfallendem Feuer wohl langsam, verbrennt aber nicht. Feuersicheres Holz wird in Amerika durch Entziehen der Säfte und Einpressen einer gesättigten Lösung von gewissen Salzen hergestellt[158].

Fensterglas springt im Feuer, ebenso Elektroglas; doch fallen bei letzterem angeblich keine Stücke heraus[159]. Drahtglas hat sich beim Berliner Versuchs- 86. Glas.
brande 1894 bewährt; es leitet aber die Wärme, weshalb man leicht entzündliche Gegenstände von Drahtglasscheiben in feuersicheren Wänden mindestens 2 m entfernt halten muß.

Über die Feuersicherheit des Eisens[160] hat man lange Zeit irrige Vorstellungen 87. Eisen.
gehabt. Auch hier kommt es, gerade wie beim Holze, darauf an, in welcher Art und Weise das Material den Flammen ausgesetzt wird.

Einen Vorzug hat es unbedingt vor dem Holze: es führt dem Feuer keine neue Nahrung zu. Andererseits steht es hinter demselben darin zurück, daß es vermöge seiner Wärmeleitungsfähigkeit die Erhitzung auf seine ganze Länge überträgt, und ferner darin, daß seine Tragfähigkeit mit der Erhitzung bedeutend abnimmt.

Versuche hierüber wurden von *Kollmann* in Oberhausen durchgeführt. Es wurde sehniges, feinkörniges Eisen und Bessemerstahl bei fortwährend steigender Temperatur von 0 bis 1000 Grad C. Festigkeitsproben unterworfen, wobei sich ergab, daß bis zu 100 Grad die Festigkeit der drei Metalle konstant blieb und selbst bei 200 Grad nur die Festigkeit des sehnigen Eisens sich um 5 Vomhundert verminderte. Aber bei 300 Grad betrug die Festigkeit in allen drei Fällen 90 Vomhundert, bei 500 Grad nur 40 und bei 700 Grad nur mehr 20 Vomhundert der ursprünglichen. Diese Zahlen lassen erkennen, daß überhitztes Eisen nicht mehr im stande ist, der gewöhnlichen Beanspruchung zu widerstehen[161]. Besonders auffallend ist die sehr rasche Abnahme der Festigkeit zwischen 315 und 538 Grad C.

Bei den von *M. Möller & R. Lühmann* angestellten Versuchen hat die Befürchtung, daß Schmiedeeisen im Feuer erheblich schneller weich werde als Gußeisen, sich nicht bestätigt. Viel-

[156]) Siehe: *Engineer,* März 1874.

[157]) Siehe: Deutsche Bauz. 1895, S. 129.

[158]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1897, S. 310.

[159]) Siehe: Süddeutsche Bauz. 1900, S. 336. – Das Polizeipräsidium von Berlin hat unterm 19. August 1900 widerruflich die allgemeine Genehmigung erteilt, Elektroglas zur Verschließung zulässiger Öffnungen in Brandmauern zu verwenden; ebenso soll es mit dem Luxfer-Prismen-Glase gehalten werden.

[160]) Siehe Teil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abt. I, Abschn. 1, Kap. 6: Eisen und Stahl) dieses „Handbuches".

[161]) Vergl. auch ebendas. und Bd. 2, zweite Hälfte dieses „Handbuches".



mehr verhielt fich die Druckfeftigkeit des Schmiedeeifens im Feuer zu der des Gußeifens etwa ebenfo wie in kaltem Zuftande. Guß- und Schmiedeftützen verloren bei einfeitiger Rotglut etwa die Hälfte ihrer Feftigkeit, fchlanke Stützen fogar mehr[162]).

Noch fchlimmer, als die Abnahme der Tragfähigkeit, wirkt aber die Eigenfchaft des Eifens, fich bei gleichmäßiger Erhitzung ftark auszudehnen, bei ungleichmäßiger Erhitzung fich zu verdrehen. Eine Wärmezunahme von 50 Grad, wie fie bei unferem gewöhnlichen Temperaturunterfchied von — 20 bis + 30 Grad C. vorkommt, dehnt einen fchmiedeeifernen Träger von 6^{m} Länge bereits um etwa 4^{mm} aus, eine Wärmezunahme von 700 Grad C. jedoch um 61^{mm} [163]). Sorgt man nicht für die Möglichkeit, diefer Ausdehnung nachgeben zu können, fo wird fchon bei geringer Erhitzung eine ftarke Durchbiegung eintreten.

Es ift bereits in Teil III, Bd. 2, Heft 3 diefes „Handbuches" bei Befprechung folcher Deckenkonftruktionen, bei denen Eifen zur Anwendung kommt, mehrfach auf diefen Umftand hingewiefen worden, und es wurden dafelbft verfchiedene Vorkehrungen angegeben. Eiferne Träger dürfen niemals an beiden Kopfenden feft eingemauert werden. Müffen fie zur Verankerung eines Gebäudes dienen, fo find die Löcher für die Ankerfchrauben — oder bei Rundeifen für das durchgefteckte Ankerende — nicht kreisrund, fondern länglich zu machen, damit bei etwa eintretender Erhitzung der Träger fich bewegen kann, ohne den Anker nebft dem Stirnmauerwerk herauszufchieben. Die Länge eines Loches muß der zu erwartenden Ausdehnung entfprechen. Selbftredend wirkt ein verankerter Träger, fobald er fich verlängert, nicht mehr als Anker.

Vor allen Dingen muß man darauf fehen, eiferne Konftruktionsteile gegen zu ftarkes Erhitzen zu fichern. In Backfteinen, oder noch beffer in Schwemmfteinen, bezw. in Beton ausgemauertes Eifenfachwerk hat fich gut bewährt (z. B. beim Brande von Straßburg 1870), da hier das Eifen zum größten Teile von einem fchlechten Leiter eingefchloffen ift. Viehftälle, über denen fich Heu- und Strohmagazine befinden, können unbedenklich auf I-Träger überwölbt werden, wenn man nur die Gewölbe bis zum Scheitel ausmauert und abpflaftert, fo daß die Träger von mehreren Backfteinfchichten überdeckt find. So blieben bei dem *v. Maffei*'fchen Brande in Stalltach[164]), wobei mit dem Dachftuhle etwa 8000 Zentner Futtervorräte verbrannten, die darunter befindlichen, auf I-Trägern ruhenden und bis zum Scheitel ausgemauerten Gewölbe des Viehftalles vollftändig unverändert, fo daß nach Abkühlung des Raumes das Vieh wieder eingeftellt werden konnte.

Schwieriger ift es im umgekehrten Falle, wenn obere Räume gegen den Brand von unten gefchützt werden follen. Einigen Schutz gewähren Kappengewölbe zwifchen eifernen Schienen oder Trägern, wo alfo nur der untere Flanfch von der Flamme getroffen werden kann. Ebenfo find von wagrechten Deckenkonftruktionen das Syftem *Lamy*, bei welchem der 72^{cm} weite Raum zwifchen den Trägern mit je drei hohlen Kaften von gebranntem Ton ausgefüllt wird, und das Syftem *Cartaux*, welches verzahnte Hohlziegel ftatt der Tonkaften verwendet, in diefer Beziehung zu empfehlen. In Amerika und England haben derartige Konftruktionen vielfach Anwendung gefunden[165]). Große Sicherheit wird vorausfichtlich das Syftem *Murat* bieten, welches ftatt der Wölbung zwifchen den Trägern gegoffenen Grobmörtel anwendet, der auch von unten her die Träger dick überzieht[166]).

Ganz fehlerhaft aber ift es, wie man es in Magazinen und Fabriken, die ganz mit Brennftoff gefüllt find, nicht felten findet, den die Kappenträger unterftützenden Hauptträger völlig frei zu legen, fo daß er ganz vom Feuer umfpült werden kann. *Wichcord* in London hat (angeblich bereits mit großem Erfolge) die fchmiedeeifernen Deckenbalken mit feuerfeftem Ton vollftändig umfchloffen; diefe Formfteine haben ein folches Profil, daß fie oben eine paffende Widerlagsform für die Gewölbe bilden. In Deutfchland ift diefe Sicherung beim Um- und Erweiterungsbau des Regierungsgebäudes zu Hildesheim in ausgedehntem Maße angewendet worden; die Träger wurden mit fog. „Flanfchziegeln" umhüllt und zwifchen diefen die Kappen eingewölbt[167]). — *Rabitz*-Putz leiftet wohl dem Feuer, aber nicht dem Löfchwaffer Widerftand[168]). Beim Brande des *Alsberg*'fchen Waren-

[162]) Siehe: Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbfl. in Preußen 1887, S. 598 — ebenfo: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 286.

[163]) Siehe Teil I, Bd. 1, erfte Hälfte (Abt. I, Abfchn. 1, Kap. 6: Eifen und Stahl) diefes „Handbuches". — Beim Berliner Verfuchsbrande 1893 haben Meffungen in verfchiedenen Räumen eine wahrfcheinliche Temperatur von 1000 bis 1300 Grad C. ergeben.

[164]) Siehe: Deutfche Bauz. 1881, S. 359.

[165]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 435.

[166]) In Deutfchland angewendet u. a. im neuen Gerichtshaufe zu Frankfurt a. M. (Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 274).

[167]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 202.

[168]) Siehe: Bericht über den Berliner Verfuchsbrand 1893.

haufes in Oberhaufen foll fich eine Ummantelung eiferner Unterzüge (I-Träger NPr. 50 unter Holzbalkendecken) mit Drahtgeflecht und Gips doch bewährt haben[169]. — Ummantelungen der I-Träger und der fie tragenden fchmiedeeifernen Stützen nach dem *Monier*'fchen Patent find im Packhof und im Reichstagshaufe zu Berlin, fowie im Hauptniederlagegebäude am neuen Zollhafen in Cöln ausgeführt. Auch Zementdielen, Gipsdielen und Asbeft-Zementplatten bieten ein wirkfames Schutzmittel, falls man auf nicht zu hohe Hitzegrade zu rechnen hat.

Gußeifen dehnt fich zwar bei der Erhitzung weniger aus als Schmiedeeifen[170], kommt dafür aber eher zum Schmelzen.

Braidwood behauptete, gußeiferne Säulen feien weniger feuerficher als hölzerne; glühend gewordene brächen zufammen, fobald man den Strahl der Feuerfpritze auf fie richte. Sein Kollege *Shaw*[171] verlangt daher in feinem Werke[172], daß bei größeren Räumen zum Schutze der Feuerwehr jede vierte Säule durch einen Ulmen- oder Eichenpfoften erfetzt und die übrigen gußeifernen Säulen mit Putz überzogen werden.

Die Firma *Wight & Co.* in Chicago hat ein Patent auf die Konftruktion einer eifernen Säule genommen, welche einen Mantel von poröfer Terrakotta trägt[173]. — In Deutfchland find Umhüllungen von *Rabitz*- oder *Monier*-Putz verbreitet.

Reinhard in Hannover umhüllt die Säulen zunächft mit einer Kiefelgurfchicht, um welche mehrere Stofffchichten, z. B. Sägefpäne, Stroh, Wollftoff, Reiskaff, gelegt find, und fchließlich mit einem äußeren Tonmantel. Der Ton verfintert im Feuer; die Stofffchicht verbrennt zu Afche. Verfuche ergaben, daß diefe Ifolierhülle auch gegen die zerftörende Wirkung der Löfchmittel fchützt.

In jedem Einzelfalle hat fich der Architekt zu unterrichten, ob und welche glutfichere Ummantelung von der Bauordnung, bezw. von der betr. Baubehörde verlangt wird.

Im Lagerhaufe der Ölfabrik zu Rothenburgsort find die gußeifernen Säulen und die Walzeifenunterzüge mittels 3,5 cm ftarken Korkplatten mit 1 cm Luftfchicht umkleidet, mit verzinktem Draht und Drahtgewebe umfpannt und hierüber 1 cm ftark mit Zementputz verfehen; letzterer ift nochmals 1 bis 2 m hoch mit in Zement vergoffenem Eifenblech gegen Abftoßen durch Transportkarren u. f. w. gefchützt[174].

Über die Frage, ob glühende Säulen durch plötzliches Abkühlen mit Waffer fpringen, haben *Möller & Lühmann* Verfuche angeftellt, wobei frifch gegoffene Säulen verwendet wurden. Hierbei ift ein Zerfpringen nicht zu erzielen gewefen. Da andererfeits nach Angabe der Berliner Polizeibehörde, nach Verfuchen von *Baufchinger* (und, wie vorerwähnt, von *Braidwood* und *Shaw* beobachtet) die Tatfache nicht bezweifelt werden kann, fo vermuten *Möller & Lühmann*, daß frifch gegoffene Stücke fich in diefer Hinficht anders verhalten als ältere, d. h. das Gußeifen in derfelben Weife, wie es für Glas feftgeftellt ift, mit der Zeit fpröder wird.

Bei denfelben Verfuchen hat fich gezeigt, daß eine Ausfüllung der Säule die Feftigkeit bei Erhitzung wefentlich erhöht und namentlich, wenn ein Reißen ftattfindet, ein Verfchieben der beiden Bruchftücke nicht eintritt.

Hierzu wurde in die Achfe einer gußeifernen Hohlfäule ein Gasrohr aus Schmiedeeifen von 60 mm Querfchnitt eingebracht und der verbleibende Zwifchenraum mit Zementmörtel ausgegoffen. Diefe Säule von 63,6 qcm Gußeifenquerfchnitt zerbrach erft durch Steigern der Laft auf 99 400 kg oder auf 1 qcm 1563 kg; das Rohr war eben zuvor glühend gewefen und durch Anfpritzen an einer Seite teilweife abgekühlt. Noch vorteilhafter würde nach der Meinung derfelben Herren eine Ausfüllung mit Lehm, Ton oder Sand fein, welche fich hart brennen und, wenn einmal getrocknet, kein Waffer enthalten. Zement hingegen verliert im Feuer an gebundenem Waffer und erzeugt Dämpfe, welche, in Hohlräume eingefperrt, gefahrbringend werden können[175]. — In englifchen Magazinen hat man einen Luftzug durch die hohlen Säulen hergeftellt, um fo fortwährend eine Abkühlung herbeizuführen, ein Schutzmittel, welches fich jedoch bei Gelegenheit eines Brandes wenig wirkfam erwiefen hat. Beffer wird die in neueren englifchen Entrepots getroffene Ein-

---

169) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1900, S. 193.
170) Siehe Teil I, Bd. 1, erfte Hälfte (Abt. I, Abfchn. 1, Kap. 6: Eifen und Stahl) diefes „Handbuches".
171) Wie bereits erwähnt, der Kommandant der Londoner Feuerwehr.
172) *Fire furveys.* London 1872. S. 43.
173) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 450.
174) Siehe: Deutfche Bauz. 1895, S. 290.
175) Siehe: Verh. d. Ver. zur Bef. d. Gwbfl. in Preußen 887, S. 600.

richtung ſich bewähren, welche Waſſer ſtändig durch die Säule zirkulieren läßt. Für Deutſchland möchte ſich dies wegen der Gefahr des Einfrierens weniger empfehlen.

Ungeſchützte ſchmiedeeiſerne Stützen ſind gegen Feuer noch weniger widerſtandsfähig als gußeiſerne. Ihre Tragfähigkeit ſchwindet bereits bei 600 Grad C. Eine innere Ausbetonierung hilft nach angeſtellten Verſuchen nur wenig; hingegen bewährt ſich auch hier eine Ummantelung aus feuerfeſtem Stoff (Korkſtein, Xylolith und Blech übereinander gelegt oder *Monier*-Bauart mit 4 cm dicken Wandungen[176]).

88. Wände. In Bezug auf die feuerſichere Konſtruktion von Wänden, Decken, Fußböden, Dächern und Treppen müſſen wir auf die vorhergehenden Bände dieſes Teiles des vorliegenden „Handbuches" verweiſen und wollen an dieſer Stelle nur einige Punkte hervorheben. Zunächſt hat man bei der Wahl der Konſtruktionen die Bau- und Feuer-Polizeiverordnung des Ortes oder Kreiſes genau zu beachten. Gegen dieſelbe anzukämpfen, iſt in den meiſten Fällen vergeblich, in allen Fällen zeitraubend. Unter den Wänden ſind ſolche Fachwerkkonſtruktionen beſonders feuergefährlich zu nennen, welche nicht ausgemauert, ſondern beiderſeitig mit Brettern bekleidet ſind, namentlich dann, wenn der ſo gebildete Hohlraum durch mehrere Geſchoſſe reicht[177]). Sind in jedem Geſchoß eine oder zwei durchgehende Verriegelungen angebracht, ſo iſt das ſchnelle Herabfallen des Feuers und Entſtehen von Zugluft gehindert[178]). Wo es darauf ankommt, freitragende Zwiſchenwände über größeren Spannweiten feuerſicher auszuführen, empfehlen ſich *Rabitz*- und *Monier*-Konſtruktion, auch Wellblechwände, jedoch nur dann, wenn ſie mit feuerſicherem Putz überzogen ſind, der am beſten auf Drahtgewebe befeſtigt wird.

Die Wände von Perſonenaufzügen, Fahrſtühlen und Lüftungsſchächten ſoll man möglichſt feuerſicher herſtellen. Laſſen ſie ſich nicht maſſiv oder in den vorgenannten Konſtruktionen ausführen, ſo iſt die Bretterbekleidung mit Zink- oder Eiſenblech zu beſchlagen. Derartige Wände ſind mindeſtens 0,50 m über das Dach hinauszuführen, damit nicht die von unten heraufſchlagende Flamme das Dach ergreife oder umgekehrt, ſobald das Dach brennt, Stücke in die unteren Räume herabfallen können[179]).

Das Ausnutzen des zwiſchen gebrochenen Treppenläufen verbleibenden Raumes durch einen Aufzug iſt verwerflich, weil mit dem als Schlot wirkenden Aufzugſchacht Flammen und Rauch zugleich auch das Treppenhaus unbenutzbar machen.

Lichtöffnungen in feuerſicheren Zwiſchenwänden kann man mit Drahtglas ſchließen; doch iſt hierbei die in Art. 86 (S. 115) empfohlene Vorſicht anzuwenden.

Durch den Maſſivbau von Umfaſſungswänden ſoll teils das Entzünden von außen, teils ein raſcher Zuſammenſturz des brennenden Gebäudes verhindert werden; deshalb wird in manchen Städten gefordert, daß auch vorſpringende Bauteile, wie Balkone, Erker, Vordächer, Hauptgeſimſe etc., feuerſicher herzuſtellen ſind. In einem ſolchen Falle müſſen Stein oder Metall verwendet, etwaige Holzkonſtruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz bekleidet werden. Hölzerne Hauptgeſimſe erſcheinen beſonders geeignet, einen ausgebrochenen Brand zu verbreiten; ſie ſind deshalb in manchen Ländern für ſtädtiſche Gebäude verboten. Kommen ſie zur

---

176) Siehe: Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen. Kommiſſionsbericht, erſtattet im Auftrage des Hamburger Senates. Hamburg 1895. Im Auszug mitgeteilt in: Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 247. – Deutſche Bauz. 1895, S. 276.

177) Vergl. über den Brand des Gaſthofes „Kaiſerhof" in Berlin: Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 167.

178) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 28 (S. 44): Schächte; § 20: Siehe Umfaſſungswände, ſowie § 23 (S. 37): Vorſpringende Bauteile.

179) Siehe ebendaſ.

Anwendung, so sollte man sie stets auf etwa 1 m Abstand von der Nachbargrenze feuersicher bekleiden.

Zur Herstellung feuersicherer Räume in bereits bestehenden Gebäuden eignen sich *Rabitz-* und *Monier-*Bauweise, Zement- und Gipsdielen, auch Platten von Asbest-Zement. Tonplatten, bei welchen der Ton vor dem Brennen mit Sägespänen gemischt ist, haben in Amerika ausgedehnte Anwendung gefunden, namentlich zu Scheidewänden und Verkleidungen. Sie bieten dem Putz eine günstige Oberfläche und halten eingeschlagene Nägel so gut fest wie Holz.

Hölzerne Decken sind um so feuergefährlicher, je leichter sie dem Feuer Durchzug von unten nach oben gewähren. Decken ohne Putz und Stakung verbreiten daher die Gefahr am schnellsten. Die am Rhein, in Belgien, England und Amerika üblichen Bohlenbalken, welche sogar vielfach ohne Stakung und mit ungespundeten Fußböden sich vorfinden, stehen den vollen Balken nach, da sie in kurzer Zeit von der Flamme zerstört werden. Überfüllen der Staken mit Strohlehm bis zur Oberkante der Balken, wobei die durch das Trocknen des Lehms entstandenen Risse vor dem Legen des Fußbodens mit feinem Sande ausgefüllt werden, ist in dieser Beziehung besser als das Überfüllen mit Schutt oder Schlacke. 89. Decken.

Balkendecken mit Lehmestrich haben sich bei Bränden in Magdeburg vorzüglich gehalten[180].

Einen wesentlichen Schutz bietet der Deckenputz, namentlich dann, wenn der Mörtel viel Gips enthält, wobei wiederum der Putz auf Latten (Spalierputz) sich besser hält als Rohrputz auf Schalung.

Bei angestellter Probe hat sich der *Rabitz*'sche Deckenputz auf Drahtgewebe vorzüglich bewährt. Nach halbstündigem lebhaften Brande war derselbe unversehrt; über der Decke gelagerte Hobelspäne zeigten sich unverändert. Mehrere Brände haben die Feuersicherheit bestätigt.

Als höchst feuergefährlich sind hölzerne Nachahmungen gewölbter Decken zu bezeichnen, da das Feuer im Hohlraume zwischen den Holzwölbungen und der darüber befindlichen Balkenlage infolge des entstehenden Luftzuges sich schnell ausbreitet. Ein Beispiel hierfür bot der Brand der *Busse*'schen Restaurationsräume in Berlin.

Gewölbte Decken sind feuersicher, wenn das Material derselben feuerbeständig ist. Gute Backsteine werden hierbei meistens genügen; will man völlige Sicherheit haben, so muß man zu Schamottesteinen greifen[181]. Luftschichten in Gewölben haben sich im folgenden Falle bewährt.

Bei einem großen Brande, der auch das Dach eines Eishauses zerstörte, blieb sein Gewölbe, sowie das darunter liegende Eis unversehrt. Ersteres bestand aus zwei übereinander liegenden, $^1/_2$ Stein starken Kappen, welche eine 13 cm starke Luftschicht einschlossen[182].

Kleine'sche Decken, bestehend aus rheinischen Schwemmsteinen zwischen hochkantig gestellten Bandeisen in Zementmörtel sind als feuersicher zu bezeichnen[183].

Bei den Fußböden auf Lagerhölzern hat man darauf zu achten, daß sie mit unverbrennlichem Material gut unterstopft werden. Sind Gründe vorhanden, eine solche Ausfüllung nicht vorzunehmen, so dürfen Hobelspäne in den Hohlräumen durchaus nicht liegen bleiben, wie es z. B. beim abgebrannten Hauptgebäude der Hygiene-Ausstellung in Berlin 1882 festgestellt worden ist. Holzfußboden auf massiver Decke, dicht schließend gelegt, ist feuersicher[184].

---

180) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 489.

181) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881) § 27 (S. 43): Innere Wände u. Decken.

182) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 332.

183) Siehe den Bericht über den Berliner Versuchsbrand 1893.

184) „Ein hölzerner Fußboden ist nur statthaft, wenn er unter Vermeidung von Hohlräumen dicht schließend auf unverbrennlicher Unterlage liegt." (Preußische Polizei-Verordnung betreffend die bauliche Anlage und die innere Einrichtung von Theatern, Zirkus-Gebäuden und Versammlungsräumen vom 12. Oktober 1889.)

Parkettfußböden bewähren sich, wenn die Flamme nicht von unten kommt, recht gut. *Viollet-le-Duc* hat beobachtet, daß Parketts in gänzlich ausgebrannten Zimmern kaum etwas verkohlt waren[185]). Die Feuersicherheit von Asphaltfußböden haben wir bereits erwähnt; ebenso ist der in manchen Gegenden übliche Gipsestrich auf der Dachbalkenlage empfehlenswert, weniger in begangenen Räumen wegen Staubbildung; ebenso Xylolith, eine Verbindung von Sägespänen mit Magnesit.

90. Dächer und Dachgeschoß.

Unter den Dachdeckungen sind das Stroh- und Rohrdach am gefährlichsten. Sicherer sind Lehmschindel- oder Lehmstrohdächer, wobei wiederum die sog. pommerschen Lehmstrohdächer wegen ihrer größeren Lehmmasse den Vorzug vor den polnischen verdienen. Da aber derartige Dächer sehr schwer sind, geringe Dauer haben und von Mäusen heimgesucht werden, so kann man sie dennoch nicht gerade empfehlen. Holzschindeln werden für Wohnhäuser nur noch in wenigen Gegenden zugelassen. *Winge's* imprägnierte Schindeln widerstanden bei einer Probe 20 Minuten lang dem lebhaftesten Feuer; erst nach 40 Minuten war ein Teil derselben zerstört. Auch Wasserglasanstrich wird für Schindeln empfohlen; doch ist zu bemerken, daß reines Wasserglas an der Luft sich bald zersetzt. In Holland wendet man einen Anstrich von Steinkohlenteer an, auf welchen sofort eine dünne Lage pulverisierter Ziegelerde gebracht wird.

Von den Ziegeldächern sind die Splißdächer wenig feuersicher, ebensowenig die mit Strohdocken untersteckten Pfannen; Splisse und Docken werden daher mit Wasserglas, letztere auch mit Lehmbrei getränkt, was aber höchstens auf 5 Jahre schützt. Gute Dachziegel halten sich längere Zeit gegen äußeres Feuer; schließlich springen die Nasen ab, und Dach und Gebälk werden offen gelegt.

Auch Schiefer springen bei starkem Erhitzen. Zementplattendächer werden als feuersicher empfohlen. Gußeiserne Dachziegel hingegen dürften nicht allzu großen Widerstand leisten, ebenso wie alle Metalldächer nur bedingte Sicherheit gewähren, auch vermöge ihres Leitungsvermögens die Hitze schnell über die ganze Dachfläche verbreiten. Leicht entzündliche Stoffe darf man unter Metalldächern nicht lagern, wie sich z. B. Hanf bei einem Brande allein durch Erhitzen des Eisenbleches in einem massiven, vom Feuer unberührten Gebäude entzündet hat. Wellblech ist bei Temperaturveränderungen dem Reißen und Springen am wenigsten ausgesetzt. Wo man Metalldächer ohne Holzschalung anwendet, sollte man die Kosten für einen ganz eisernen Dachstuhl nicht scheuen.

Gegen Flugfeuer bieten Holzzementdächer die größte Sicherheit. Innere Brände dagegen kommen bei diesen Dächern sehr spät zum Durchbruch und zur Entdeckung; die Feuerwehr hat beim Durchschlagen des Daches für den Rauchabzug große Schwierigkeiten.

Eine feuersichere Konstruktion erfordert nicht nur eine feuersichere Dachdeckung, sondern auch, daß zur Herstellung von Dachaufbauten, Aussteigeöffnungen, Dachlichtern, Dachrinnen etc. Stein oder Metall verwendet und etwaige Holzkonstruktionen mit Blech, Schiefer oder Putz verkleidet werden[186]).

Eine besondere Feuersgefahr für Dächer entsteht bei Lötungen. Lötöfen sollten weder ohne Aufsicht gelassen, wie es in den Arbeitspausen vielfach geschieht, noch bei starkem Winde überhaupt angewendet werden[187]); immer aber müssen beim Löten auf Dächern gefüllte Wassereimer zur Hand sein. Dasselbe gilt von

[185]) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 136.

[186]) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 21 (S. 35): Dächer, sowie § 23 (S. 37): Vorspringende Bauteile.

[187]) Ursache des Brandes der *Nicolai*-Kirche in Potsdam, desgl. des National-Theaters in Prag u. a.

den Öfen zur Erwärmung des Holzzements, welche auf eine etwa 10 cm ſtarke Sandſchüttung zu ſtellen ſind.

Manſarddächer, gleichviel wie ſie abgedeckt ſind, erſcheinen wegen ihrer Holzmaſſen zur Verbreitung des Feuers beſonders geeignet[188]).

E. Raht in New-York konſtruiert deshalb Manſardenflächen aus großen, porigen Tonplatten (wie in Art. 88, S. 119 beſchrieben), die zwiſchen eiſerne Dachſparren geſetzt ſind und unmittelbar die mit Stahlnägeln aufgenagelten Schiefer tragen.

Den als feuerſicher angeprieſenen imprägnierten Leinenbedachungen wohnt dieſe Eigenſchaft nur in geringem Grade bei[189]).

In Warenhäuſern darf das Dachgeſchoß keine Verbindung mit den Geſchäftsräumen der unteren Geſchoſſe erhalten und iſt von Treppen durch maſſive Wände abzuſchließen[190]).

Unter den Treppen galten alle maſſiv aus Backſteinen oder Hauſteinen konſtruierten als unverbrennlich; doch hat ſich beim Brande von Paris gezeigt, daß alle freitragenden Hauſteintreppen, gleichviel aus welchem Materiale beſtehend, zerbrochen ſind. Allerdings wurden hier beſondere Mittel, namentlich Petroleum, angewendet. Immerhin wird man aber den in Backſteinen unterwölbten Hauſteintreppen größere Sicherheit zuſprechen müſſen, wie z. B. ſich diejenigen in den Tuilerien trotz aller Anſtrengungen der Petroleure gut gehalten haben. 91. Treppen.

Pirnaer und Nebraer Sandſtein-Treppenſtufen ſind beim Brande der Aktienbrauerei Neuſtadt-Magdeburg dicht an der Einmauerung abgebrochen, ohne daß ſie eine plötzliche Waſſerabkühlung erhalten hätten[192]). — Hingegen haben ſich Kunſtſandſtein-Stufen mit Eiſeneinlage gut bewährt[191]).

Frei tragende Treppen dürfen in Preußen bei Theaterneubauten nicht angewendet werden[193]).

Holzbelag auf maſſiven Stufen iſt unverbrennlich; ebenſo iſt bei maſſiven Treppen die Bekleidung der Setzſtufen mit Futterbrettern ſtatthaft, ſofern dieſe nicht an eine Holzbekleidung der Wangen anſchließen[194]). Hölzerne Treppen ſind weniger leicht entzündlich, wenn ihre Unterſeite mit Rohr- oder Spalierputz verſehen iſt, und es werden ſolche z. B. in Berlin „feuerſichere“ genannt.

Eiſerne Treppen bieten etwas größere Sicherheit, halten bei ſtärkerem Feuer aber nicht ſtand; durchbrochene eiſerne Treppen mit Holzbelag ſind ſchlechter als hölzerne; ebenſo dürften ſolche mit Marmorbelag, bei der geringen Feuerſicherheit der gewöhnlichen Marmorſorten, ſich nicht ſonderlich bewähren.

Die Hauptſache bei allen Treppenanlagen, welche feuerſicher ſein ſollen, iſt, ſie maſſiv zu umſchließen und ſie durch Überwölbung gegen herabfallendes Feuer zu ſichern[195]).

Bei Warenhäuſern dürfen Kellertreppen mit Geſchoßtreppen nicht in Verbindung ſtehen. Verſchläge unter den Treppen ſind nicht zuläſſig[196]).

Von größter Wichtigkeit iſt bei ausbrechendem Brande eine genügende Breite der Treppe. In Preußen wird verlangt: In Theatern a) für das Parkett: bis zu 300 Perſonen 2 Treppen von je 1,50 m Breite; bei mehr als 300 Perſonen ſoll die Breite nach dem Verhältnis von 1 m für 100 Perſonen berechnet werden; b) für die Ränge: bis zu 270 Perſonen 2 Treppen von je 1,50 m; bei mehr als 270 Perſonen 1 m auf 90 Perſonen. Dasſelbe gilt für Zirkusbauten. Für Verſammlungsräume wird für 300 Perſonen eine unverbrennliche Treppe von mindeſtens 1,50 m Breite beanſprucht. Für

[188]) Beobachtung beim Brande von Boſton (ſiehe: Deutſche Bauz. 1872, S. 407).

[189]) Siehe: Deutſche Bauz. 1889, S. 560.

[190]) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. Mai 1901.

[191]) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 430.

[192]) Siehe: Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893.

[193]) Siehe die vorerwähnte preuß. Polizei-Verordnung vom 12. Oktober 1889.

[194]) Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 20. Dezember 1869.

[195]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 30 (S. 45): Treppen.

[196]) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. Mai 1901.



mehr als 300 Perfonen müffen mindeftens 2 Treppen angelegt werden. Die gefamte Treppenbreite ift dann bis zur Anzahl von 900 Perfonen nach dem Verhältnis von 1 m für 150 und bei mehr als 900 Perfonen von 1 m für 200 Perfonen zu beftimmen. Galerietreppen dürfen niemals unmittelbar in den Saal ausmünden. Bei Galerien von höchftens 80 qm Grundfläche kann die Breite der Treppe bis auf 1 m ermäßigt werden. Die Räume, in welchen die vorgefchriebenen Treppen liegen, dürfen mit Kellerräumen nicht in unmittelbarer Verbindung ftehen. Wendeltreppen find nach dem Verhältnis 1 m auf 60 Perfonen zu bemeffen; die Stufen müffen an der Spindel, bezw. im Auge der Treppe mindeftens 10 cm Auftritt haben[197]).

Da es in erfter Linie darauf ankommt, bei ausbrechendem Brande das Leben der Menfchen zu fchützen, fo ift auch auf Rauchficherheit Bedacht zu nehmen. *Henrici* empfiehlt, bei Fabrikbauten die Treppenhäufer neben den Gebäuden zu errichten und fie mit diefen durch feuerfichere Zugänge zu verbinden[198]).

92. Feuerftellen und Schornfteine.

Die größte Zahl der Feuersbrünfte entfteht durch fehlerhaft angeordnete Feuerungen und Schornfteine.

Feuerftellen[199]) follen, wegen ihrer Ausdehnung durch die Hitze, felbftändige Umfaffungen befitzen und nicht in die Wände des Gebäudes eingreifen. Größere Feuerftellen find grundfeft auf Mauern, Gewölben und Eifenkonftruktionen anzulegen. Feuerftellen gewöhnlicher Art können auf Balkenlagen geftellt werden, fobald das Holzwerk der letzteren durch eine mindeftens 5 cm hohe Steinfchicht (Steinplatte, Backfteinflachfchicht, Zement etc.) bedeckt ift und wenn zwifchen diefer Ifolierfchicht und der Sohle des Feuerraumes, bezw. des Afchenfalles ein mindeftens 5 cm hoher Hohlraum verbleibt; der letztere kann zwar durch Tragwände oder Tragfüße verfperrt fein, muß aber dem Luftdurchzuge zugänglich gemacht werden. Die Ifolierfchicht mit darüber befindlichem Hohlraume kann auch durch einen maffiven Mauerkörper über der Balkenlage erfetzt werden, welcher unter dem Afchenfalle mindeftens 15 cm, unter dem Feuerraume mindeftens 25 cm Höhe haben muß.

Über die feuerfichere Konftruktion der Schornfteine ift bereits im vorhergehenden Bande diefes „Handbuches“[200]) das Erforderliche gefagt worden. Im übrigen ift das Anlegen von Feuerftellen und Schornfteinen durch die baupolizeilichen Beftimmungen der einzelnen Orte und Kreife fo fpeziell vorgefchrieben, daß wir an diefer Stelle auf weitere Auseinanderfetzungen verzichten können und nur empfehlen, fich ftreng danach zu richten[201]).

Zur Prüfung der Schornfteine auf Feuerdichtigkeit vermauert man die Öffnungen in den Gefchoffen, zündet in der unteren Reinigungsöffnung zunächft ein helles Feuer zur Erwärmung der Luftfäule an, alsdann mit naffem Stroh ein Qualmfeuer und verfchließt gleichzeitig die Öffnungen des Schornfteinkopfes. Durch den nun im Rohre herrfchenden Überdruck wird der Rauch durch die feinften Riffe hindurchgepreßt[202]).

93. Beleuchtungseinrichtungen.

Über die Verhütung der Feuersgefahr bei Einrichtungen, welche zur künftlichen Beleuchtung der Räume dienen und in Teil III, Bd. 4 (Abt. IV, Abfchn. 4, unter B) diefes „Handbuches“ abgehandelt find, können wir uns an diefer Stelle kurz faffen.

Gasmeffer find nicht unter Treppen aufzuftellen.

Offene Gasflammen find tunlichft zu vermeiden oder mit Drahtkörben zu

---

[197]) Siehe: Preuß. Zirkular-Erlaß vom 21. Auguft 1884.
[198]) Siehe: Deutfche Bauz. 1894, S. 373.
[199]) Siehe Teil III, Bd. 4 (Abt. IV, Abfchn. 4, C, Kap. 10, unter b) diefes „Handbuches“.
[200]) Siehe ebendaf., Kap. 8.
[201]) Siehe auch die „Normale Bauordnung“ von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 33 u. 34 (S. 48–51): Schornfteine.
[202]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1889, S. 95.

umgeben, damit Draperien oder sonstige entzündliche Stoffe nicht hineinwehen können. Von Holzdecken müssen sie 90 cm, von seitlichem Holzwerk 60 cm, mit eisernem Schutzdeckel 15 cm von der Decke entfernt bleiben. Wandarme müssen fest, nicht beweglich sein. Bei größeren Beleuchtungsanlagen sind mehrere Haupthähne anzulegen; die Gasleitung soll auch außerhalb des Gebäudes leicht abstellbar sein. Namentlich sind bei Theatern die Gasleitungen

a) für Eingangshallen, Treppen und Flurgänge,
b) für den Zuschauerraum und
c) für die Bühne vollständig zu sondern.

In Preußen ist Gasbeleuchtung für große Theater gänzlich verboten, Mineralöl für alle Theater und Zirkusgebäude, ebenso für die Verkaufsräume von Warenhäusern.

Im Wiener Opernhause ist die Einrichtung getroffen, daß die Zylinder der unter der Brüstung der Ränge angebrachten Lampen sich in eine Kupferröhre fortsetzen, die nach einem gemeinsamen Abzugskanal führt. — Das *Subra*'sche Beleuchtungssystem zeigt oben geschlossene Lampengläser mit abwärts brennender Flamme und verhindert nicht nur die Feuersgefahr, sondern mindert auch die Hitze.

Zu achten ist auf Undichtigkeiten in den Röhrenleitungen, durch welche sich bei Vermischung des Gases mit der atmosphärischen Luft Knallgas bildet. Durch Erhitzen, bezw. teilweises Abschmelzen der Röhrenleitungen werden Explosionen nicht herbeigeführt[203]), sondern nur die schon vorhandenen Flammen vergrößert; das Abstellen der Leitungen braucht daher keineswegs übereilt zu werden und darf jedenfalls nicht eher geschehen, als bis sämtliche Personen in Sicherheit sind.

Notbeleuchtung durch Fettöllampen, welche in Qualm und Zugwind leicht verlöschen, dürfte nur dann gestattet werden, wenn diese in geschlossenen Mauernischen liegen und durch Zu- und Abführungskanal mit der äußeren Luft in Verbindung stehen.

Elektrische Beleuchtungskörper sind tunlichst über den Verkehrswegen anzuordnen. Glühlampen, die sich in der Nähe brennbarer Stoffe befinden oder von brennbaren Stoffen berührt werden können, sind durch eine zweite Glocke oder in ähnlich sicherer Weise zu schützen. Bogenlampen müssen wenigstens 10 cm große Teller erhalten, die das Herabfallen glühender Kohle verhüten; gläserne Aschenteller sind unzulässig. In den Geschäfts-, Lager- und Arbeitsräumen von Warenhäusern, sowie in Schaukasten sind freiliegende elektrische Leitungen in Isolierröhren mit Metallüberzug zu verlegen[204]).

94. Ausgänge bei öffentlichen Gebäuden, Rettungsleitern, Gleitschächte.

Die Ausgänge öffentlicher Gebäude müssen genügende Weite erhalten. Die Pariser Vorschriften verlangen für je 1000 Personen eine Gesamtbreite von 6 m für die Straßenausgänge und für je weitere 100 Personen eine Verbreiterung von 0,60 m — Zahlen, welche man jedoch als Mindestmaß anzusehen hat. Die Türen müssen zur Vermeidung von Aufstauungen die volle Breite der Flurgänge oder der Treppen besitzen und nach außen aufschlagen[205]). In Preußen sind für die Ausgänge der Theater die Breiten der anschließenden Flurgänge maßgebend; letztere erhalten für je 80 Personen 1 m Breite. Für Zirkus- und Versammlungsräume, Kirchen und Turnhallen gelten: 1 m für 120 Personen bei einer Anzahl bis zu 600 Personen, 1 m für 135 Personen bis zu 900, 1 m für 150 Personen bei mehr als 900 Personen. Wenn die zulässige Zahl der Besucher mehr als 600 Personen beträgt, muß der Versammlungsraum an mindestens zwei Wandseiten Türen erhalten[206]).

[203]) Für Gasleitungen sollen auch deshalb nur Eisenröhren, nicht aber Bleiröhren angewendet werden.
[204]) Siehe: Preuß. Ministerial-Erlaß vom 6. Mai 1901.
[205]) Siehe auch die „Normale Bauordnung" von BAUMEISTER (Wiesbaden 1881), § 25 (S. 40): Zugänglichkeit von der Straße.
[206]) Siehe: Preuß. Polizei-Verordnung vom 12. Oktober 1889 und Zirkular-Erlaß vom 21. August 1884.

Um Perſonen aus einem mehrſtöckigen Gebäude möglichſt ſchnell zu retten, hat man folgende Vorrichtungen:

1) Eiſerne Rettungsleitern, welche an den Außenfronten von Theatern, Fabriken u. ſ. w. angebracht werden und in jedem Stockwerk von einem beſonderen Ruheplatz zugänglich ſind, der ſeinerſeits mit einer Tür oder einem Fenſter in Verbindung ſteht. Solche Leitern endigen etwa 2,50 m über dem Erdboden, damit ſie von Dieben nicht leicht benutzt werden können.

Feuerleitern, die ſich an äußere Feuerbalkone anſchließen, ſind in nordamerikaniſchen Städten allgemein. In Chicago werden überdies an der einen Seite der Feuerleitern eiſerne Rohre, welche in 1 bis $1^1/_2$ m Höhe über der Traufe in ein Strahlrohr ausmünden, befeſtigt. Unten endigen dieſe Rohre in etwa $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ m Höhe über dem Bürgerſteig und ſind mit einem Schlauchgewinde verſehen, ſo daß im Brandfalle dieſe Rohre mit dem nächſten Straßenhydranten oder einer Feuerſpritze durch ein Schlauchrohr verbunden werden können.

2) Eiſerne Rettungsfenſter, welche, nach unten geklappt, eine zuſammenhängende Leiter bilden[207]).

3) Gleitſchächte. An den öffentlichen Schulen, Waiſenhäuſern und Fabriken in Louisville und anderen amerikaniſchen Städten iſt je ein 1,83 m weiter Stahlblechzylinder angebracht, innerhalb deſſen ſich eine ſpiralförmige Gleitbahn befindet[208]).

95. Brandmauern.

Um der Verbreitung entſtandener Feuersbrünſte vorzubeugen, wird in den meiſten Staaten durch Geſetz gefordert, daß die Häuſer da, wo ſie unmittelbar aneinander ſtoßen, durch vollſtändige maſſive Brandmauern getrennt ſein müſſen[209]). Dies ſind Mauern, die vom Fundament aus bis zur Giebelſpitze (Brandgiebel), ja ſelbſt noch 30 cm und mehr über der Dachdeckung, aus unverbrennbarem Material in einer Stärke von 25 bis 45 cm aufgeführt ſind, wobei es unſtatthaft iſt, dieſelben mit Öffnungen zu verſehen. Sind in die Brandmauern Hölzer, Niſchen oder Schornſteinröhren eingelegt, ſo müſſen ſie außerhalb dieſer Teile noch eine Mindeſtdicke von 12, beſſer 25 cm [210]) haben.

In Warenhäuſern ſollen die Keller durch maſſive Brandmauern in einzelne Abteilungen getrennt werden, deren Grundfläche in der Regel 500 qm nicht überſchreitet[211]).

In ausgedehnten Gebäuden ſind aber auch in Entfernungen von höchſtens 40 m unverbrennbare Trennungswände zu errichten, welche mindeſtens 30 cm über das Dach hinausragen müſſen. Solche innere Brandmauern werden ſelbſt bei kleineren Gebäuden notwendig, wenn darin feuergefährliche gewerbliche Anlagen und andere Räumlichkeiten (Scheunen und Wohnung, Arbeitsräume mit ſtarkem Feuerbetrieb und Wohnung oder Magazin, Waſchküche und Lager für Brennſtoff etc.) untergebracht werden ſollen. In derartigen inneren Brandmauern ſind die etwa erforderlichen Türöffnungen feuerſicher herzuſtellen und mit unverbrennbaren, von ſelbſt zufallenden Türen zu verſehen.

---

207) Siehe: Deutſche Bauz. 1899, S. 373.

208) Zu beziehen von der Rettungsfenſter-Geſellſchaft in Beuel bei Bonn; Erfinder Architekt *Franz Scherer* daſelbſt. – Siehe auch: Deutſche Bauz. 1896, S. 42.

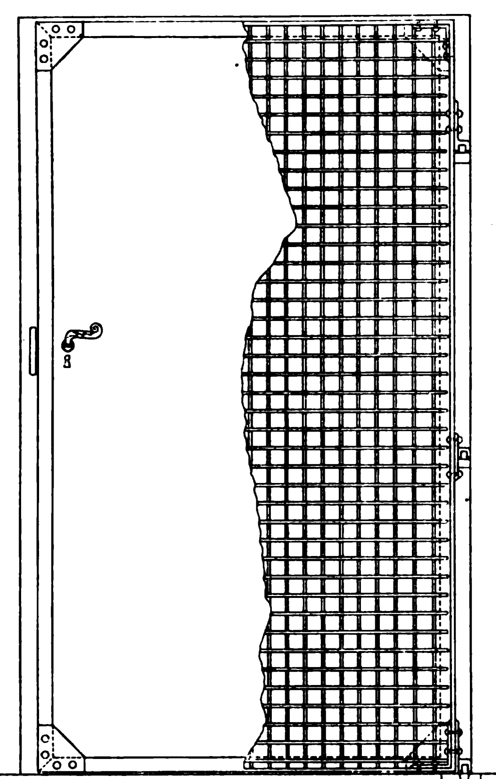
209) Siehe die vorgenannte „Normale Bauordnung", § 26 (S. 41): Brandmauern.

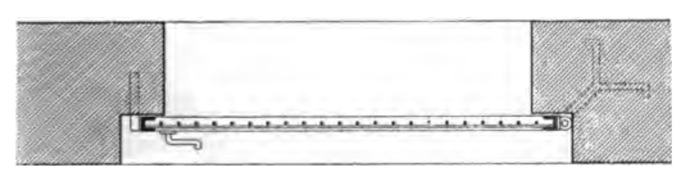
210) In Preußen iſt als Stärke für gemeinſchaftliche Brandmauern vorgeſchrieben: „In den beiden oberſten Stockwerken, einſchl. des Dachgeſchoſſes, 38 cm für Ziegel-, 40 cm für Bruchſteinmauerwerk, in je 2 tieferen Stockwerken eine Mehrſtärke von $^1/_2$ Stein (12 cm), bezw. 15 cm bei Bruchſteinmauerwerk. Das Mauerwerk darf in dieſer Mindeſtſtärke weder mit Offnungen, noch mit Hohlräumen verſehen werden und darf kein Holzwerk aufnehmen."

211) Siehe: Preuß. Miniſterial-Erlaß vom 6. März 1901.

Als feuerſichere Türen gelten in der Regel die in Art. 3 u. 4 (S. 7 u. 8) als einbruchſicher vorgeführten Konſtruktionen aus Eiſenblech und ſolche in Eiſen und Stahl. Bereits in Kap. 1 des vorhergehenden Abſchnittes wurde bemerkt, daß die Anforderungen für Sicherheit gegen Einbruch mit jenen gegen Feuer häufig ſich decken. Indes hat die Erfahrung gelehrt, daß ganz aus Eiſen hergeſtellte Türen ſich wenig bewährt haben. Sie werfen ſich infolge der Glut; ſie ſpringen dabei aus den Angeln und Schlöſſern und geben im rotglühenden Zuſtande Anlaß zur weiteren Verbreitung des Feuers[212]. Beſſer als dieſe eignen ſich hölzerne, mit Eiſen, Zink oder Zinkblech beſchlagene, auch, wo kein ſtarker Verkehr zu erwarten, *Rabitz*- und *Monier*-Türen; doch finden bei letzteren infolge der ungleichen Ausdehnung der geſchützten und ungeſchützten Eiſenteile Verbiegungen ſtatt[213]. 96. Türen.

Fig. 125.





Feuerſichere Tür nach Syſtem *Monier*.

1/20 w. Gr.

Sie werden aus einem Rahmen von ⊔-Eiſen gebildet, zwiſchen den Drahtgewebe mit Putz aus *Rabitz*-Maſſe, bezw. Stabgeflecht mit Ausfüllung von *Monier*-Maſſe eingeſpannt iſt (Fig. 125).

In Fig. 126 u. 127 geben wir die Konſtruktion einer feuerſicheren Tür, welche aus zwei gekreuzten Brettlagen mit Eiſenblechbekleidung beſteht. Eine Schwierigkeit verurſacht bei dieſen die Eiſenbekleidung der Hirnſeiten. Wie die Darſtellung der Einzelheiten in Fig. 126 erkennen läßt, werden zur Befeſtigung derſelben ſog. Verſatzniete *N* angewendet, d. h. Bolzen, welche nicht nur von Seite zu Seite durchgehen, ſondern auch ſeitwärts eine Erhöhung zur Bildung des dritten Nietkopfes tragen, welcher dann die Stirnplatten feſthält[214].

4 cm ſtarke Kiefernholztüren mit beiderſeitiger 3 mm ſtarker Eiſenblechbekleidung haben ſich ohne Verbiegung beim Brande des Pontonwagenſchuppens in Glogau 3 Stunden lang gehalten[215].

[212]) Siehe den Bericht über den Berliner Verſuchsbrand 1893. – Auch eine Tür aus einer einzigen 20 mm ſtarken Magneſitplatte hat ſich bei dieſem Brande nicht bewährt.

[213]) Siehe den gleichen Bericht.

[214]) Die Erläuterungen zur preuß. Polizei-Verordnung empfehlen „Türen aus ſtarkem Holze mit zweiſeitiger Eiſenblechbekleidung“.

[215]) Siehe: Centralbl. d. Bauv. 1890, S. 372.

Ebenſo ſollen ſich Türen bewährt haben, deren Kern aus einer doppelten, ſich diagonal kreuzenden Lage 25 mm ſtarker, miteinander verdübelter Bretter hergeſtellt und an den Außenflächen mit gefalzten (nicht gelöteten) Zinnplatten armiert iſt.

Vor einer Verkleidung mit galvaniſierten Eiſenplatten hat das Zinnblech den Vorteil, daß es dem Feuer einen geringeren metalliſchen Körper bietet und ſich nicht wirft, infolgedeſſen mit dem Kern ſolider durch Nagelung verbunden werden kann.

Selbſtverſtändlich müſſen derartige Türen nach der Richtung des Ausganges aufſchlagen.

Größere Öffnungen werden durch eiſerne Rolljalouſien, Schiebetore oder Vorhänge feuerſicher geſchloſſen.

97. Fenſter und Läden.

Soll das Rahmenwerk der Fenſter unverbrennbar ſein, ſo muß es aus Eiſen angefertigt werden. Einen feuerſicheren Verſchluß der Fenſteröffnungen erzielt man durch die in Art. 13 bis 16 (S. 29 bis 33) erwähnten eiſernen Roll-, Platten- und Schiebeläden; doch zeigen auch dieſe die im vorhergehenden Artikel bereits erwähnten Übelſtände.

Bei Bränden iſt es nicht ſelten von großem Werte, wenn derlei Läden ſich von außen öffnen laſſen, wie dies z. B. beim *Foß*'ſchen Schiebeladen der Fall iſt.

Derſelbe beſteht aus zwei Lagen von Blech, zwiſchen denen ein ſchlechter Wärmeleiter eingefüllt werden kann. Er läuft mit Rollen auf einer wagrechten Führungsſchiene, welche in halber Fenſterhöhe angebracht iſt. Dieſe Schiene, aus Stahl hergeſtellt, ſitzt mit ihren Enden auf eingemauerten Gußſtücken, wobei Spielraum gelaſſen iſt, daß ſich die Schiene, den Temperaturänderungen entſprechend, unbeſchadet für die Einmauerung zuſammenziehen und ausdehnen kann. Ein ſolcher Laden kann innen oder außen angebracht werden[216].

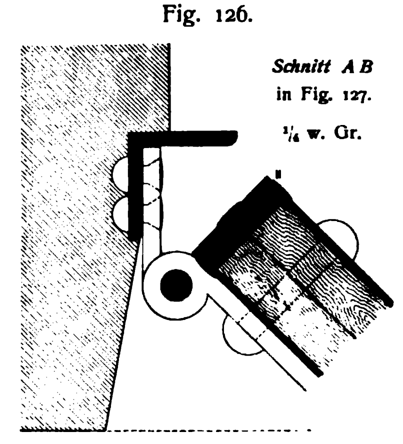
Sollen Fenſter durch eiſerne Rolläden von einem entlegenen Punkte aus geſchloſſen werden, ſo geſchieht dies am einfachſten auf hydrauliſchem Wege[217].

98. Eiſerne Vorhänge.

Eiſerne Vorhänge finden namentlich in Theatern Anwendung, ſind aber auch für andere große Öffnungen anwendbar, falls man entweder unter oder über der Öffnung die nötige Höhe zur Bergung des Vorhanges hat.

Die erſten Vorhänge, und zwar aus Blechplatten konſtruiert, ſollen ſchon 1782 in Lyon und London vorkommen[218]; 1824 hat das Burgtheater in Wien einen ſolchen erhalten. Derartige Eiſenblechvorhänge widerſtehen der koloſſalen Glut eines Bühnenfeuers nicht lange. Später haben die Drahtkurtinen eine große Verbreitung gefunden. Sie beſtehen meiſtens aus einem Gerüſt von Eiſenſtäben, welches mit Draht ſo durchflochten iſt, daß ſich 2 bis 4 cm weite Maſchen ergeben. Allerdings verhindern ſie das Durchſchlagen der Flammen von der Bühne in den Zuſchauerraum für längere Zeit, halten aber die tödlich wirken-

Fig. 126.



Feuerſichere Tür in der

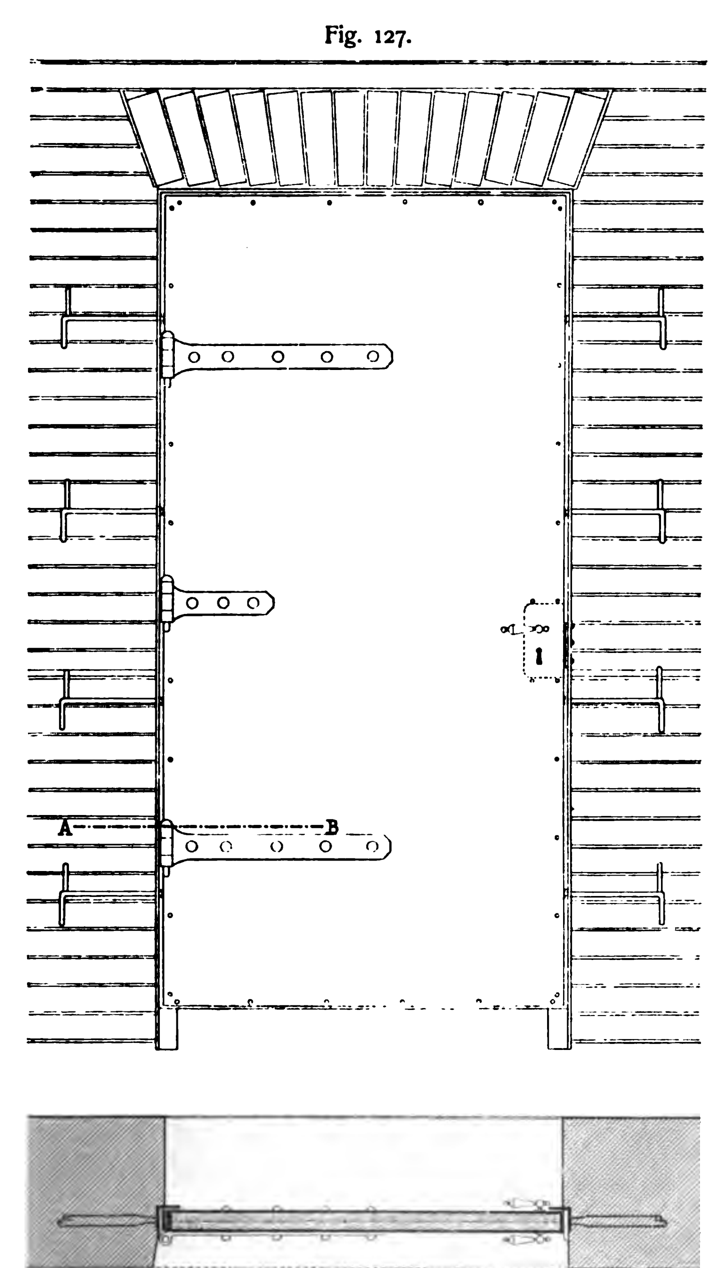
216) Siehe: Techniker, Jahrg. 5, S. 181.

217) Angemeldet beim Equitable-Palaſt in Berlin durch die Maſchinenbauanſtalt *C. Hoppe.*

218) Der „Staats- und Gelehrten-Zeitung des Unparteiiſchen Hamburger Korreſpondenten" vom 17. Mai 1764 wurde aus London unterm 9. Mai geſchrieben: „In dem neuen Luſtſpiele Der Jude ..... hat Herr *Cumberland,* der Verfaſſer, ſeinem Rufe viel Ehre gemacht. *Miß Farron* beſchloß das Stück mit einem Epilog, während deſſen auf dem Theater ein kleiner See mit wirklichem Waſſer eingeführt wird, auf welchem ein Mann mit einem Kahne fährt. Zuerſt wurde erſtmals ein Vorhang von Eiſenblech niedergelaſſen. Beides ſind Erfindungen, das Haus bei entſtandener Feuersgefahr zu ſichern.

den Rauchgase nicht zurück. Ob die neuesten Versuche, sie nach Art der *Davy*-schen Sicherheitslampe sehr feinmaschig auszuführen, sich praktisch beweisen werden, bleibt abzuwarten.

Fig. 127.



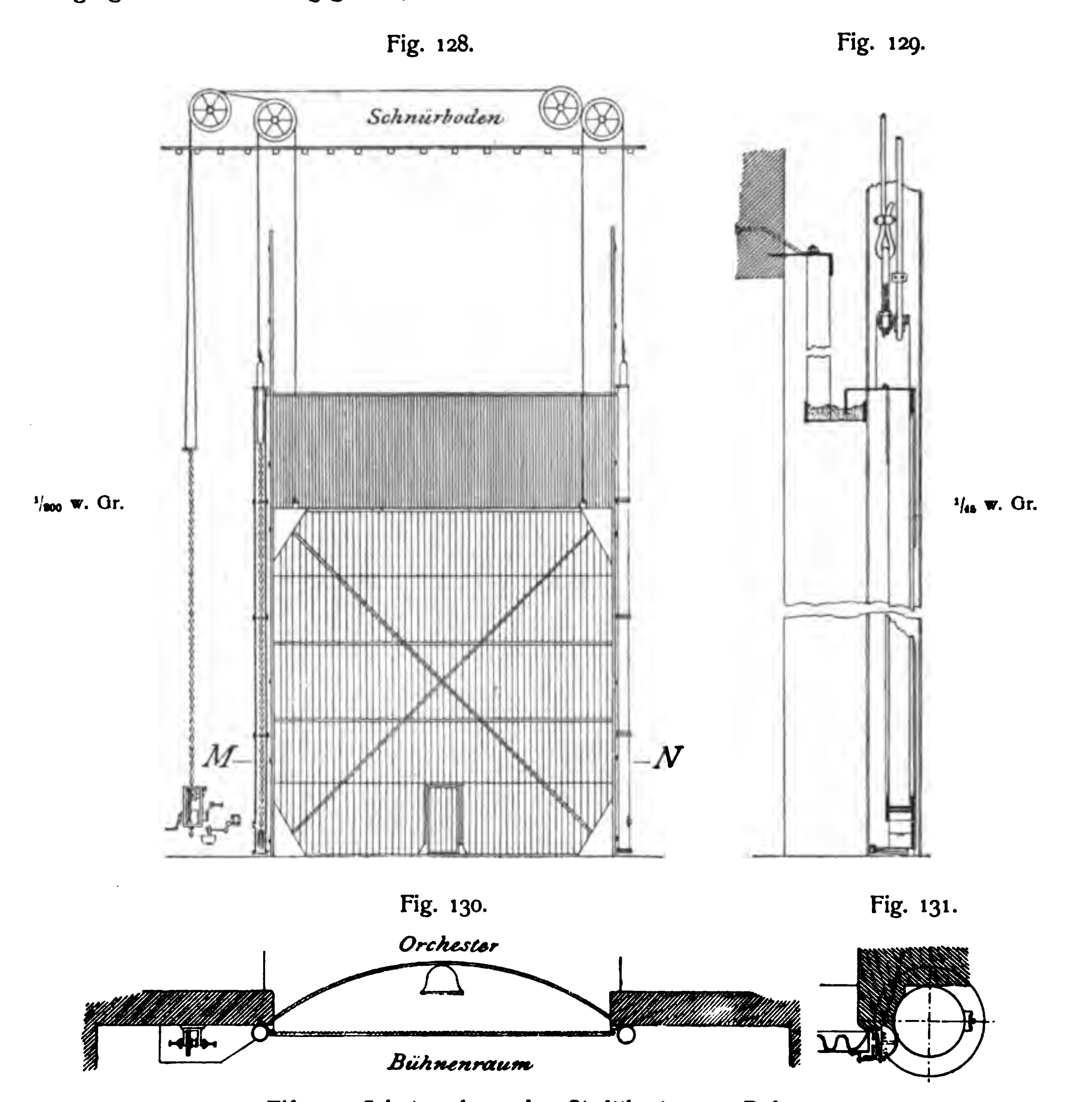
Kaserne der Strafanstalt zu Werden. — 1/20 w. Gr.

Besser werden sich voraussichtlich die aus Trägerwellblech konstruierten Vorhänge bewähren. Unter diesen haben wir zwei Hauptarten zu unterscheiden: solche mit wagrecht und solche mit lotrecht gestellten Wellen. Erstere dürften den Nachteil haben, daß die Wellen bei starker Erhitzung zusammensinken. *Pfaff* in Wien schlägt daher vor, den Vorhang aus segmentförmig gebogenen, 1,50 mm starken Blechen zu bilden, die von wagrechten Hängeschienen getragen werden. Letztere sind dem Zuschauerraume zugekehrt, werden sich infolgedessen nur langsam erhitzen und so einer Deformation vorbeugen. Ein derartiger Vorhang ist im Stadttheater zu Brünn zur Ausführung gekommen.

Einfacher wird es aber sein, das Wellblech lotrecht zu stellen. Hier kann ein Zusammensinken nicht vorkommen; überdies wird sich innerhalb der tiefen Wellen ein stark aufsteigender Luftstrom bilden, der wohl etwas zur Abkühlung beitragen kann. Solche Vorhänge sind von der Firma *L. Bernhard & Co.* zu Berlin im Stadttheater zu Posen, sowie im Wallner-, Friedrich-Wilhelmstädtischen, Belle-Alliance-, Walhalla- und Zentraltheater zu Berlin ausgeführt. Wir geben im nachstehenden eine Beschreibung des Posener Vorhanges (Fig. 128 bis 131).

Die freie Bühnenöffnung ist im Posener Stadttheater 11,70 m hoch und 8,73 m breit. Der Vorhang setzt sich aus einem oberen festen Teile von 2,80 m Höhe, der mittels Winkeleisen hinter dem sog. Harlekinmantel an der Mauer befestigt ist und an der unteren Kante mit einem ⊔-Eisen

als Träger eines Sandverschlusses versehen ist, und dem beweglichen Unterteile, dessen obere ⊓-Eisenbesäumung in die erwähnte Sanddichtung einfällt, zusammen (Fig. 129). Die seitlichen Führungen des Vorsprunges (Fig. 128 u. 131) bestehen ebenfalls aus [-Eisen, in welchen für gewöhnlich (durch eine Flachschiene geschützt) ein Hanfschlauch hängt, der mit der Wasserleitung in Verbindung steht und der nötigenfalls durch Öffnen eines Ventils zur Rundung aufgeschwellt wird, um dadurch eine vollständige Abdichtung herzustellen. Der aufziehbare Teil des Vorhanges (welcher bei einer Breite von 8,80 m und einer Höhe von 8,95 m nur etwa 1800 kg wiegt) ist durch 2 Gegengewichte soweit ausgeglichen, um leicht durch 2 Männer an der Winde im Zeitraume von



Eiserner Schutzvorhang im Stadttheater zu Posen.

1 Minute emporgezogen werden zu können. Die zugehörige Winde ist so eingerichtet, daß beim Niedergange des Vorhanges die Kurbel stehen bleibt und daß ein Zug an einem Auslösungshebel genügt, um den Vorhang zum gleichmäßigen Niedergehen zu bringen. Dieses wird in etwa 10 Sekunden vollführt, wobei der Vorhang auf das Bühnenpodium sich sanft auffetzt. Für den nicht unmöglichen Fall, daß bei einem Brande das Bühnenpersonal zu sehr in Anspruch genommen sein sollte, oder auch in der Verwirrung das Herablassen des Vorhanges von der Bühne aus überhaupt unterbliebe, kann die Auslösung von einer durch Glasfenster geschützten Stelle im Zuschauerraume mittels eines elektrischen Stromes oder durch leichten Zug an einem Knopfe geschehen. Etwa dann auf der Bühne abgesperrte Personen können durch eine im Vorhang angebrachte und

nach beiden Seiten auffchlagende Tür fich retten. Immer fetzen fich beim Niedergehen felbfttätig große Glockenfignale in Bewegung, welche davor warnen follen, unter dem Vorhange ftehen zu bleiben. Die Gegengewichte bewegen fich, an Drahtfeilen aufgehängt, in 25 cm weiten Gußröhren (Fig. 128, 129 u. 131); diefelben haben am Umfang eine Filz- und Bürftendichtung, welche einen ziemlich luftdichten und leichten Schluß herftellt, wodurch im Falle eines plötzlichen Seilbruches ein Luftpuffer entfteht, indem fich ein feitliches kleines Ventil durch rafchen Luftaustritt fchließt. Bei regelmäßigem Gange bleibt das Ventil jedoch etwas geöffnet und läßt die Luft frei ein- und

Fig. 132.

Fig. 133.

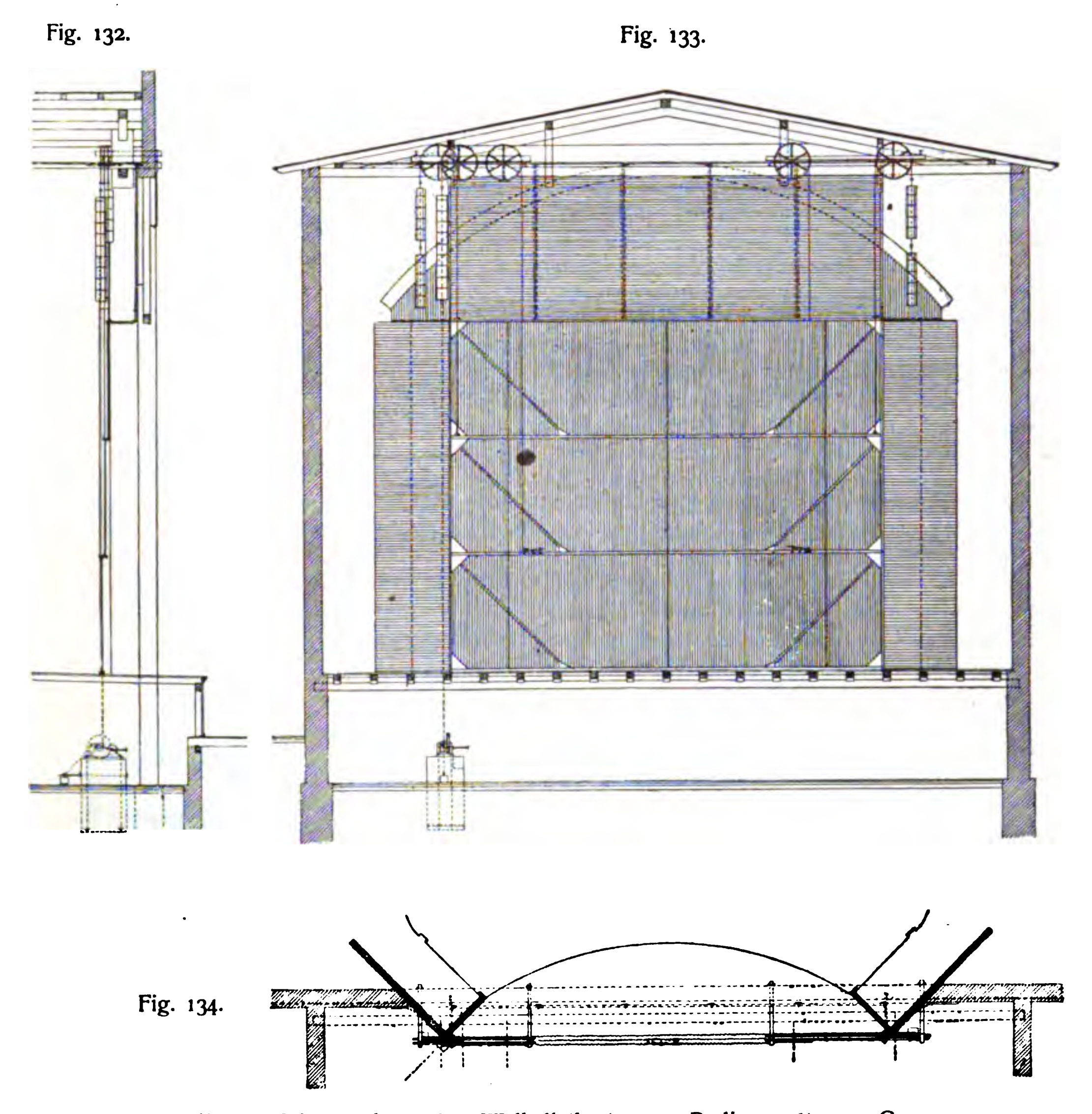


Fig. 134.

Eiferner Schutzvorhang im Walhallatheater zu Berlin. — $^1/_{200}$ w. Gr.

ausftrömen. Beim rafchen Niederlaffen wird das Moment außerdem dadurch aufgenommen, daß die Gegengewichte zweiteilig hergeftellt und die Teile durch eine Kette fo miteinander verbunden find, daß der untere Teil in der Führungsröhre liegen bleibt, bis kurz vor dem Auffetzen des Vorhanges auf das Bühnenpodium. Die Ketten dienen nebenbei noch zur Ausgleichung des Gewichtes der Drahtfeile, und durch die Vereinigung mit der Zentrifugalbremfe an der Winde wird das fanfte Auffetzen beim rafcheften Niedergange unbedingt erzielt.

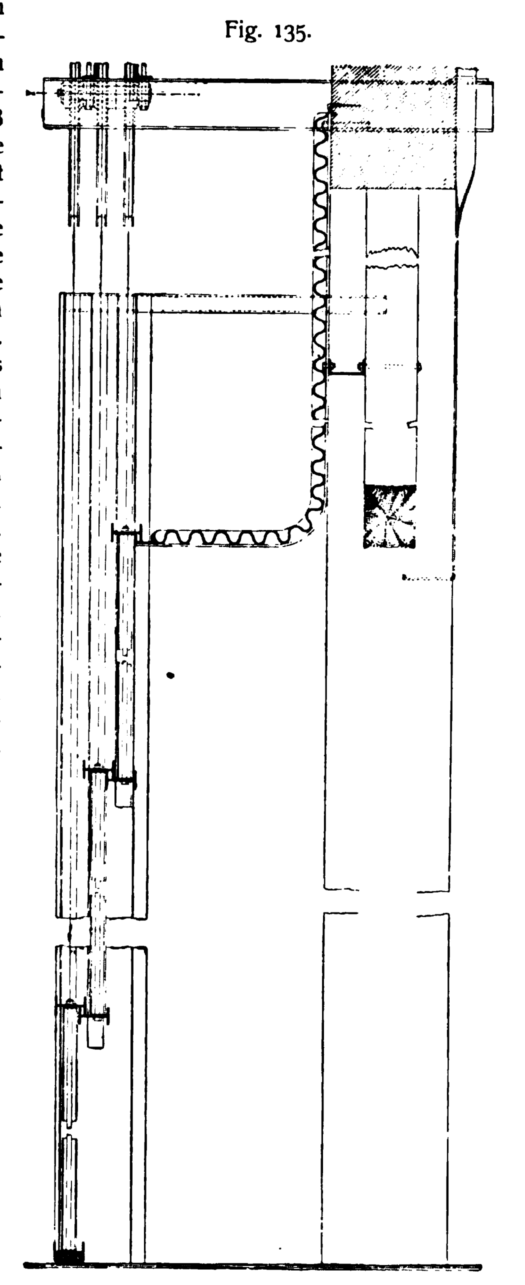
Zur Ausgleichung der möglicherweife ungleichen Streckung der zur Winde führenden Zugfeile, welche im übrigen das Gewicht des Vorhanges auch dann noch tragen, wenn ein oder beide

Gegengewichtsseile zugleich reißen sollten, dient ein kurzer Wagebalken als Verbindung mit dem Zugkettenende der Winde (Fig. 128).

In Fig. 132 bis 136 ist die Konstruktion des von *L. Bernhard & Co.* in Berlin ausgeführten Schutzvorhanges für das Walhallatheater in Berlin wiedergegeben[219].

Hier war nicht Höhe genug vorhanden, um den Vorhang aus einem Stücke anfertigen zu können; derselbe ist vielmehr in 3 einzelnen Teilen hergestellt (Fig. 132 u. 135), welche durch Versatzung der I-Träger so ineinander greifen, daß sie einen festen Schluß erzielen. Der vierte, feste Teil des Vorhanges, der sog. Harlekinmantel, liegt in der Vorderfläche der Brandmauer, welche Bühnenhaus und Zuschauerraum trennt, während die drei anderen beweglichen Teile um die Stärke dieser Mauer zurückspringen. An der Unterkante des festliegenden Teiles ist dieser Zwischenraum durch eine Wellblechdecke feuersicher ausgefüllt. Das Gewicht der beiden unteren Abteilungen des Vorhanges ist durch Gegengewichte an Drahtseilen gänzlich aufgehoben, so daß für den Bewegungs- und Aufziehmechanismus nur der oberste Schieber zu heben bleibt. Diese Kraft aber kann ein einzelner Mann leisten. Die Tafeln der einzelnen Schieber sind mit Winkeleisen auf die oberen und unteren Träger befestigt und letztere durch je 6 Zugstangen miteinander verbunden. Die Stützpunkte der ganzen Konstruktion wurden dadurch gewonnen, daß in der Scheitellinie des Entlastungsbogens eiserne Träger durch die Brandmauer vorgestreckt und an der Vorderseite stark verankert wurden. Nach dem Unglück im Wiener Ringtheater ist die Vorrichtung zum Herablassen des eisernen Vorhanges so eingerichtet worden, daß sie vom Flur aus pneumatisch in Gang gebracht werden kann. Bemerkenswert ist, daß während der Aufstellung des gesamten Eisenwerkes Proben und Vorstellungen nicht unterbrochen zu werden brauchten.

Fig. 135.



Querschnitteinzelheiten vom Schutzvorhang des Walhallatheaters zu Berlin. — $^1/_{30}$ w. Gr.

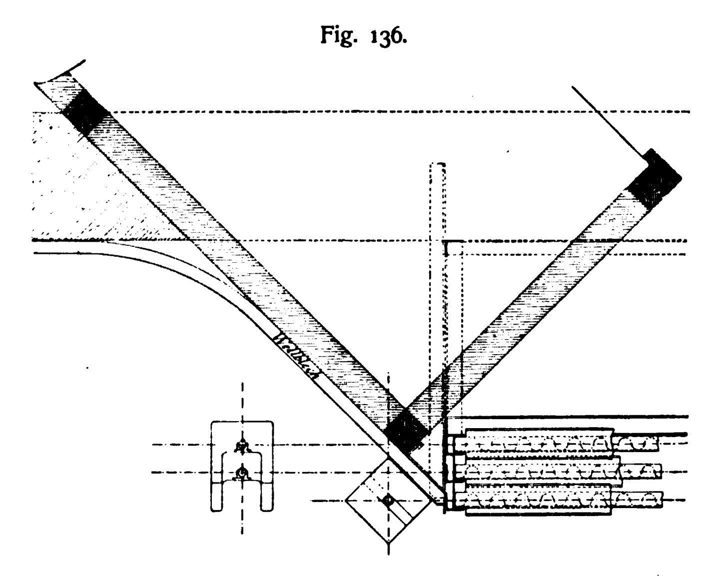
Fig. 137 zeigt die seitliche Dichtung gegen das Durchdringen der Rauchgase, wie sie von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin in Hamburg ausgeführt ist; im oberen Teile dieser Abbildung ist der mit Wasser gefüllte Schlauch im wagrechten Schnitt zu sehen.

Leider ist die erste praktische Erprobung der Wellblechvorhänge nicht günstig abgelaufen, indem der des Nationaltheaters in Berlin während des Brandes (1883) in den Zuschauerraum herabstürzte. Doch scheint dies ausschließlich an der hölzernen Umrahmung der Bühnenöffnung gelegen zu haben, an welcher der Vorhang befestigt war.

[219]) Nach: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.

Das Gutachten der Akademie des Bauwesens[220]) sagt darüber: „Der eiserne Vorhang hat augenscheinlich das Übergreifen des Feuers in den Zuschauerraum so lange verhindert, bis er glühend wurde . . . Wir müssen auch darin der Ansicht des Branddirektors *Witte* beitreten, daß durch einen eisernen Vorhang niemals ein brandmauerartiger Abschluß erreicht werden kann, welcher imstande wäre, den Einwirkungen eines mächtigen Feuers auf die Dauer zu widerstehen. Sein hauptsächlichster Zweck ist vielmehr, dem Publikum den Anblick der Flammen, welcher stets eine Panik hervorruft, zu entziehen, und ferner der, den Qualm und die Flammen so lange vom Zuschauerraume fern zu halten, bis derselbe vollständig geräumt ist. Dagegen bleibt es fraglich, ob die in dem eisernen Vorhange angebrachte Tür Veranlassung zum schnelleren Eindringen des Feuers in den Zuschauerraum gegeben hat oder nicht. Jedenfalls würde es sich empfehlen, die zu Mitteilungen an die Zuschauer von der Bühne aus erforderliche Öffnung nicht im eisernen Vorhange selbst, sondern neben demselben in der massiven Brandmauer anzubringen."

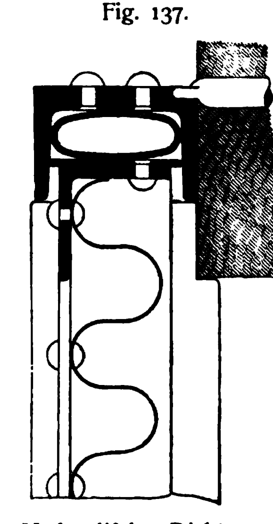
Fig. 136.



Grundrißeinzelheiten vom Schutzvorhang des Walhallatheaters zu Berlin. — 1/30 w. Gr.

Nach dem Grundgedanken der in Fig. 128 bis 137 dargestellten Vorhänge hat *Bernhard* eine Reihe anderer angefertigt. Die Wellblechstärke beträgt überall 1 mm, der Überdruck, welchen 1 qm Fläche aufzunehmen vermag, 40 kg. Die Schutzvorhänge werden vermittels einer Winde (System *Meggy*) mit selbsttätig wirkender Bremse gehoben; der Verschluß wird durch Ausrücken der Bremse vermittels eines herabfallenden Gegengewichtes bewirkt. Die Ausrückung des letzteren geschieht von der Bühne aus unmittelbar durch Kettenzug und von jedem beliebigen anderen Raume auf pneumatischem oder elektrischem Wege.

Fig. 137.



Hydraulische Dichtung am Schutzvorhang des Stadttheaters zu Hamburg. — 1/8 w. Gr.

Eine wesentliche Verbesserung ist dadurch erzielt, daß man bei Neubauten, bei welchen das Anbringen eines sich nach beiden Seiten bewegenden Vorhanges möglich ist, dieser Ausführung den Vorzug gibt, weil damit jede Gefahr ausgeschlossen ist und der Mechanismus einfacher wird.

In Fig. 138 bringen wir den ebenfalls von *Bernhard* entworfenen Vorhang des „Neuen Theaters" in Berlin.

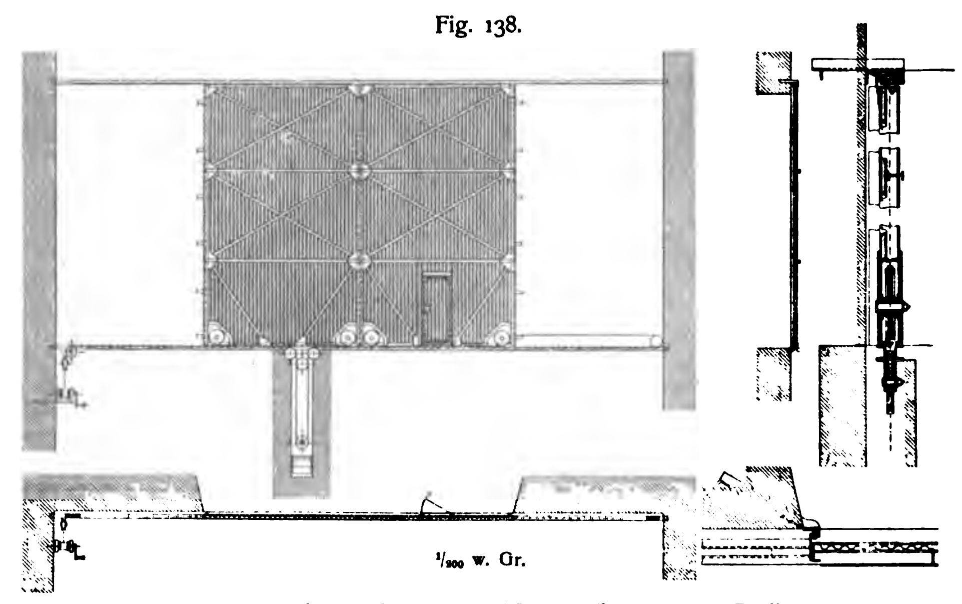
Er besteht aus zwei sich nach der Seite bewegenden Schiebern von 4,07 m Breite und 7,00 m Höhe, welche unten auf je zwei Rollen von 40 mm Durchmesser laufen und oben vermittels zweier Messingrollen in einer dichtschließenden Führung geführt werden. Beide Schieber sind durch I-Eisen N.-Profil 8 und Flacheisen von 50 × 50 × 5 mm Querschnitt genügend ausgesteift. Die Füllungen bestehen aus Wellblech (Profil 40 × 50 × 1 mm), welches in einem Rahmen aus L-Eisen (50 × 50 × 5 mm) eingepaßt ist. Einer der beiden Schieber

[220]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 360.

erhält eine fich felbfttätig fchließende Tür von 0,80 m Weite und 2,00 m Höhe, welche nach dem Zufchauerraum auffchlägt. Die feitlichen Dichtungen beftehen aus einem Winkeleifen (100 × 50 × 8 mm) mit angefchraubten Filzftreifen, an welche die Schieber durch die Laft des Gegengewichtes angepreßt werden.

Letzteres befindet fich 1,50 m außerhalb der Mitte, um den Zugang zum Souffleurkaften nicht zu hindern. Der zweiteilige Vorhang wird durch eine Winde Syftem *Staufer-Meggy* geöffnet, und zwar fo, daß fich Schieber *I* (Fig. 139) nach links und Schieber *II* nach rechts, von der Bühne aus gefehen, bewegt. Durch Ausfchalten der Bremsvorrichtung der Winde, fowie durch das an-

Fig. 138.



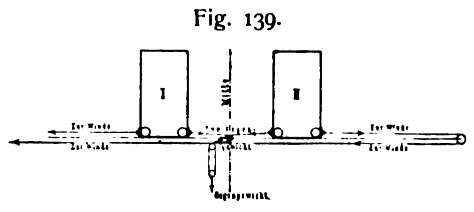
Eiferner Schutzvorhang des „Neuen Theaters" zu Berlin.

geordnete Gegengewicht fchließt fich der Vorhang felbfttätig. Das felbfttätige Schließen braucht jedoch nicht allein von der Winde aus zu gefchehen, es kann auch durch eine Hebelvorrichtung von der Bühne aus erfolgen. Drittens kann eine pneumatifche Auslöfung in einem der Gänge oder der Pförtnerloge angebracht werden. Diefelbe wirkt folgendermaßen: durch Druck auf einen Gummiball, welcher durch eine Bleirohrleitung mit einem zweiten, unter der Sperrklinke der Winde angebrachten Ball in Verbindung fteht, wird die Luft des erften Balles in den zweiten getrieben, die Sperrklinke gehoben und das Gegengewicht zum Fallen gebracht. Hierdurch fchaltet fich die Bremsvorrichtung aus, und der Vorhang fchließt fich geräufchlos. — Die Koften für Lieferung und Aufftellung betrugen 2915 Mark, ausfchließlich Maurerarbeit.

99. Eiferne Schiebetore.

Ein in Trägerwellblech von der Firma *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin konftruiertes Schiebetor zum feuerficheren Verfchluß einer Öffnung von 1,68 m Weite und 2,50 m Höhe gibt Fig. 140.

Fig. 139.



Beide Teile des Tores hängen an Rollen, welche auf einer Schiene laufen. An der Unterfeite dient ein ⊔-Eifen als Führung.

100. Trefor-anlagen.

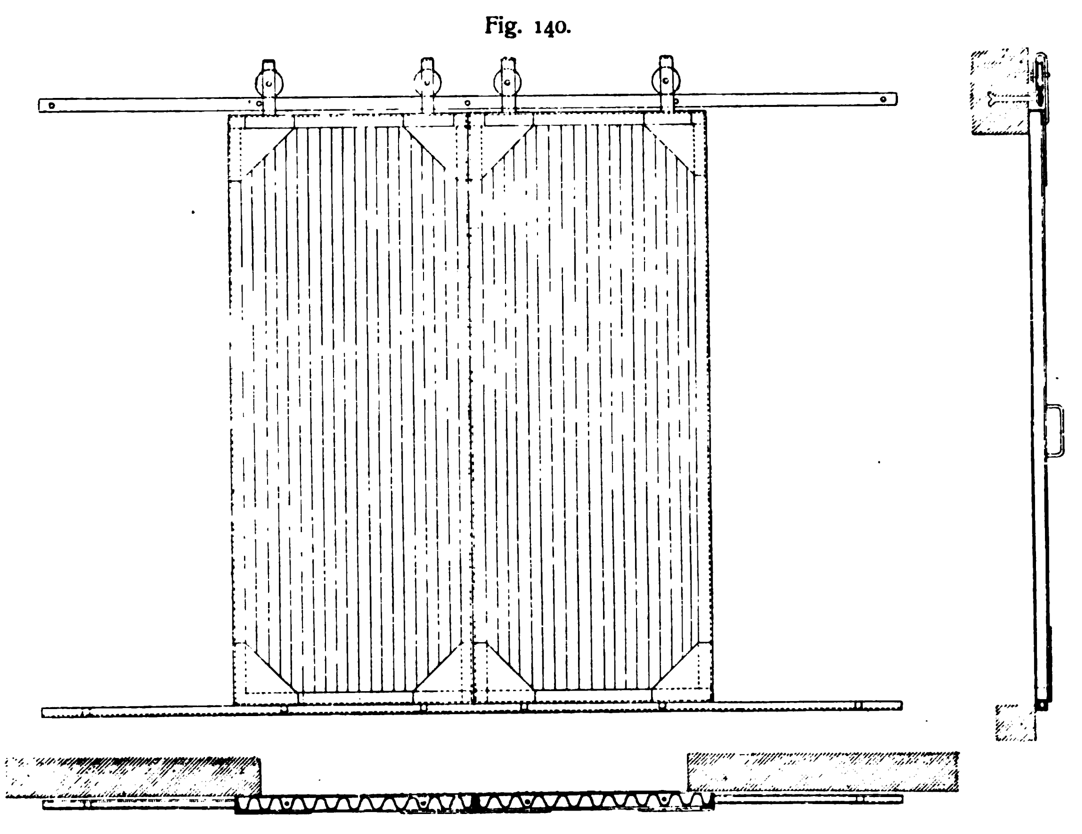
Von größter Wichtigkeit ift die Feuerficherheit der Treforanlagen, da hier Summen in Gefahr kommen können, gegen welche der Wert des ganzen Gebäudes ein verfchwindender ift. Es ift bereits in Kap. 1 des vorhergehenden Abfchnittes (Sicherungen gegen Einbruch) in Art. 1 (S. 2) der Trefore gedacht worden; fie haben ferner im genannten Kapitel (unter c) eine eingehende Befprechung erfahren. Da bei folchen Anlagen die Vorfichtsmaßregeln, die man gegen Einbrecher etc. trifft, mit denjenigen, welche in Rückficht auf Feuersgefahr zu treffen find,

innig zuſammenhängen, ſo wurden die letzteren a. a. O. bereits zum nicht geringen Teile beſprochen. Deshalb wird an dieſer Stelle nur weniges hinzuzufügen ſein.

Für die Wände werden beſondere Vorkehrungen gegen Brand nicht notwendig, da eine $1^1/_2$ bis 2 Stein ſtarke Backſteinwand ein zu ſtarkes Erhitzen verhindern wird. Nur in Fabriken und Magazinen, welche viele feuergefährliche Stoffe enthalten, wird man zur Anlage doppelter Wände greifen müſſen. Die mehrfach ausgeführte Bohlenbekleidung der Wände und des Fußbodens im Inneren kann als feuergefährlich nicht erachtet werden.

Der am meiſten gefährdete Teil iſt die Decke, welche nicht allein gegen die Hitze von oben her, ſondern auch gegen Beſchädigungen durch ſchwere, herab-

Fig. 140.



Eiſernes Schiebetor von *Hein, Lehmann & Co.* zu Berlin.
$^1/_{30}$ w. Gr.

fallende Gegenſtände geſchützt werden muß. Weitgeſpannte Gewölbe ſind daher zu vermeiden und dafür kleine Kappen von 0,50 bis 0,60 m Breite zu wählen.

Feuersgefahr im Inneren kann von der künſtlichen Beleuchtung herrühren. Wegen der Exploſionsgefahr zieht man dem Leuchtgas Kerzen vor, deren Leuchter große Metallmanſchetten haben müſſen.

Will man auf Gas nicht verzichten, ſo wird man die Flamme in einer Mauerniſche anbringen und einen kleinen Kanal bis zur nächſten Schornſteinröhre anlegen, wodurch gleichzeitig etwas Lüftung für den eingeſchloſſenen Raum geſchaffen wird.

Häufig werden Wertgelaſſe durch eine tragbare Gaslampe erleuchtet, die durch einen Gummiſchlauch mit der Gasleitung des Vortreſors in Verbindung ſteht. Das Anzünden und Löſchen erfolgt nur im Vortreſor. Elektriſche Wand-

lampen, von einer Leitung geſpeiſt, ſind vielfach angewendet. Tragbare elektriſche Lampen, welche mit einer Leitung nicht in Verbindung ſtehen, ſondern eine Batterie in ſich bergen, bieten die größte Sicherheit, ſind aber ſehr ſchwer und deshalb unbequem. Leichte derartige Lampen bieten bis jetzt noch nicht die erforderliche Helligkeit.

101. Anſtriche und Imprägnierungen.

Eine große Hoffnung hatte man auf feuerſichere Imprägnierungen und Anſtriche geſetzt. Doch iſt es noch nicht gelungen, Holz, Leinwand und Papier unverbrennlich zu machen; wohl aber kann man damit dieſe Gegenſtände ſo weit ſichern, daß ſie ſchwer Feuer fangen und dasſelbe nicht fortpflanzen. Die neuere Technik bedient ſich hierfür der treffenden Bezeichnung „Flammenſicherheit“, wohl zu unterſcheiden von „Unverbrennlichkeit“.

Schon im Altertume verſuchte man Holz durch Anſtrich von Alaun feuerſicher zu machen. Aber erfahrungsmäßig bleibt Alaunanſtrich bei ſchwacher Löſung unwirkſam; in konzentriertem Zuſtande hat er die vollſtändige Zerſetzung des Holzes zur Folge, dürfte alſo nur bei Bauten und Dekorationen Anwendung finden, welche für kurze Zeit beſtimmt ſind.

Waſſerglasanſtrich auf Holz iſt nur im Anfange wirkſam, zerſetzt ſich aber bald an der Luft, hält ſich hingegen vorzüglich auf Sand- und Kalkſtein, da hier eine vollkommene Verkieſelung der Oberfläche eintritt. Waſſerglasimprägnierung, welche in Vakuumapparaten ausgeführt wird, macht das Holz ſo hart, daß dieſes ſich nicht mehr ſägen oder ſchneiden läßt, kann daher nur bei kleinen, vorher fertig geſtellten Gegenſtänden angewendet werden. Eine Miſchung von ſog. Farbenwaſſerglas mit Teigfarben, zwei- bis dreimal aufgeſtrichen, hat ſich bei angeſtellten Proben gut bewährt. Ein mehrfacher Anſtrich von Waſſerglas, welchem man in Waſſer unlösliche Körper, z. B. Kreide, zuſetzt (Hoftheater in München), wird gelobt, ebenſo ein Anſtrich von ſchwefelſaurem Ammoniak und Gips (Wiener Stadttheater), desgleichen ein ſolcher von borſaurer Talkerde (Wiener Opernhaus). Käſefarben bieten für Holz und Leinwand einen kräftigen Schutz[221]).

Holz, das durch Imprägnieren bis in den Kern feuerfeſt iſt, hat *Gautſch* in München erfunden; auch wird ſolches von *Hülsberg & Co.* in Zornsdorf bei Königs-Wuſterhauſen unweit Berlin hergeſtellt.

Nach *Patera*'s Verfahren wird in Wien eine beſondere „Flammenſichere Anſtrichmaſſe“ fabriziert und zum Schutze von Brücken, Treppen etc. mit Erfolg verwendet, ebenſo eine von *Kreittmayr* in Wien und *Friedrich Walz* in Pforzheim erfundene. Die wolfram-, phosphor- und kieſelſauren Verbindungen des Natron ſchützen erfahrungsmäßig auf längere Zeit. In Berliner Theatern ſind mit dem *Gruner*'ſchen Mittel, zu beziehen von *Judlin* in Charlottenburg, und dem Antipyrogen von *Kühlewein* eingehende Verſuche angeſtellt worden, die bis jetzt gute Ergebniſſe gehabt haben. Wie lange dieſelben ihre Schutzkraft bewahren, bleibt allerdings noch feſtzuſtellen. Für Leinwand, Mull, Tarlatan eignet ſich ganz beſonders das ſchwefelſaure Ammoniak, in weichem, kaltem Waſſer aufgelöſt (Hoftheater in Dresden, Stadttheater in Aachen etc.); nach jeder Wäſche muß eine neue Tränkung ſtattfinden; bei einer 20-prozentigen Löſung ſtellt ſich der Preis für 1 ^{qm} imprägnierter Fläche, z. B. bei Kuliſſen, auf 2 bis $2\frac{1}{2}$ Pfennige. Auch für die Imprägnierung von Holz wird dieſes Mittel empfohlen[222]). Letztere Eigenſchaft hat ferner das „Feueriſolierverfahren“ von *Konrad* (Fabrik von *Notz* in Dresden), auch für Zeug, Pappe etc. anwendbar.

---

[221]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 408.

[222]) Siehe: FLECK, H. Über Flammenſicherheit und Darſtellung flammenſicherer Gegenſtände. Dresden 1882. S. 20.

In neuerer Zeit machen die Asbeſtfabrikate viel von ſich reden. Die *United Asbeſtos Company* in England verfertigt Asbeſttuch, -Papier, -Pappe und -Anſtrich; der letztere iſt für Stein, Holz und Metall brauchbar und wird in angemachtem Zuſtande und in mehreren Farbentönen, beſonders Steingrau, geliefert. Für Deutſchland ſind dieſe Fabrikate von *Wilfert* in Cöln und *Fretzdorff & Co.* in Berlin zu beziehen[223]). Asbeſtpapier wird von *Frobeen* in Berlin hergeſtellt; feuerſichere Vorhänge aus Asbeſt fertigt *Fretzdorff* in Berlin an; ein endgültiges Urteil läßt ſich wegen der Neuheit der Erfindung noch nicht geben[224]). Auch der von *J. H. Reinhardt* in Würzburg angefertigte „Superator", ein mineraliſcher Filz, beſteht im weſentlichen aus Asbeſt mit eingelegtem Drahtgewebe. *Tepper* in Berlin verfertigt Kuliſſen und Hintergründe aus Gewebe von halb geglühtem Eiſendraht, welches, mit einer Paſte überzogen, einen brauchbaren Malgrund für Leimfarbe gibt[225]). Sog. „Eiſentuch" verfertigt die „Deutſche Imprägnierungsanſtalt" in Mügeln bei Dresden; es wird aus imprägnierter Jute, die mit einer beſonderen feuerſicheren Deckungsſchicht präpariert iſt, hergeſtellt; bei einer auf dem Feuerwehrtage in Salzburg 1883 vorgenommenen Probe ertrug dieſer Stoff 20 Minuten lang einen Hitzegrad, bei welchem ſtarkes Eiſenblech in Glut geriet. Ein Schutzvorhang aus ſolchem Eiſentuch befindet ſich im Stadttheater zu Bautzen.

b) Feuerlöſcheinrichtungen.

102. Löſchen mittels Waſſers.

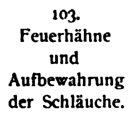
Nachdem wir nunmehr die Vorbeugungsmaßregeln gegen Feuersgefahr beſprochen haben, gehen wir zu denjenigen Einrichtungen über, welche eine ausgebrochene Feuersbrunſt bekämpfen ſollen[226]).

Das älteſte Löſchmittel iſt das Waſſer. Es wirkt mechaniſch durch Abſperrung der Luft, phyſikaliſch durch Binden einer Menge von Wärmeeinheiten. Doch iſt zu beachten, daß es nur bei reichlicher Anwendung die gewünſchte Wirkung ausübt, bei zu geringer Menge aber zur Vermehrung der Flamme beiträgt. Der Schmied begießt die Kohlen mäßig mit Waſſer, damit ſie beſſer brennen; gießt er zu viel zu, ſo verlöſchen ſie. Ebenſo iſt Waſſer, welches nur die Flamme, nicht aber den brennenden Gegenſtand ſelbſt trifft, eher ſchädlich als nützlich. Man verwende dasſelbe daher möglichſt zum Beſpritzen der brennenden Gegenſtände ſelbſt, ſowie derjenigen, welche in Gefahr ſind, anzubrennen.

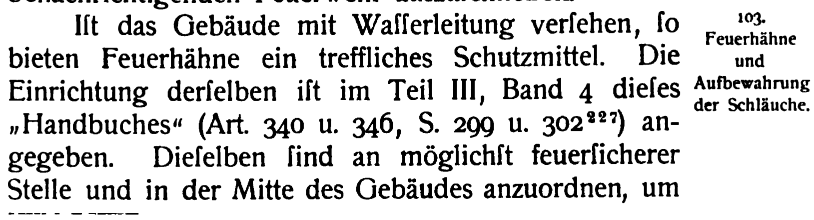
Bei wertvolleren Gebäuden wird man Feuerlöſcheinrichtungen im Hauſe



haben, ohne dadurch die Mitwirkung der ſofort zu benachrichtigenden Feuerwehr auszuſchließen.

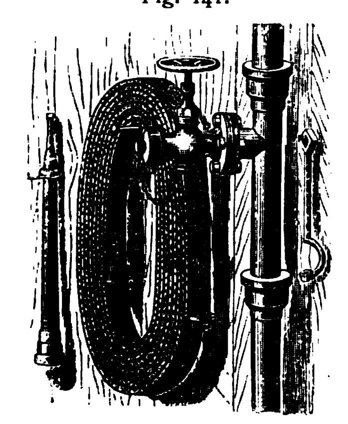


103. Feuerhähne und Aufbewahrung der Schläuche.



Iſt das Gebäude mit Waſſerleitung verſehen, ſo bieten Feuerhähne ein treffliches Schutzmittel. Die Einrichtung derſelben iſt im Teil III, Band 4 dieſes „Handbuches" (Art. 340 u. 346, S. 299 u. 302[227]) angegeben. Dieſelben ſind an möglichſt feuerſicherer Stelle und in der Mitte des Gebäudes anzuordnen, um

Fig. 141.



Feuerhahn mit Schlauch, Strahlrohr und Mundſtück.

[223]) Beim Berliner Verſuchsbrand 1893 ſtanden eine mit Asbeſtfarbe angeſtrichene Bretterwand und ein desgl. Lattenverſchlag nach 12 Minuten in Flammen. Es wurde beobachtet, wie die angeſtrichenen Holzteile ſchwerer entflammten als die nicht angeſtrichenen.

[224]) Durch Erlaß des preußiſchen Miniſteriums der öffentlichen Arbeiten vom 25. April 1890 wird auf die Asbeſtgewebe von *Müller & Schäfer* in Berlin beſonders aufmerkſam gemacht.

[225]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 509.

[226]) Sehr eingehend behandelt in: DÖHRING, W. Handbuch des Feuerlöſch- und Rettungsweſens etc. Berlin 1881.

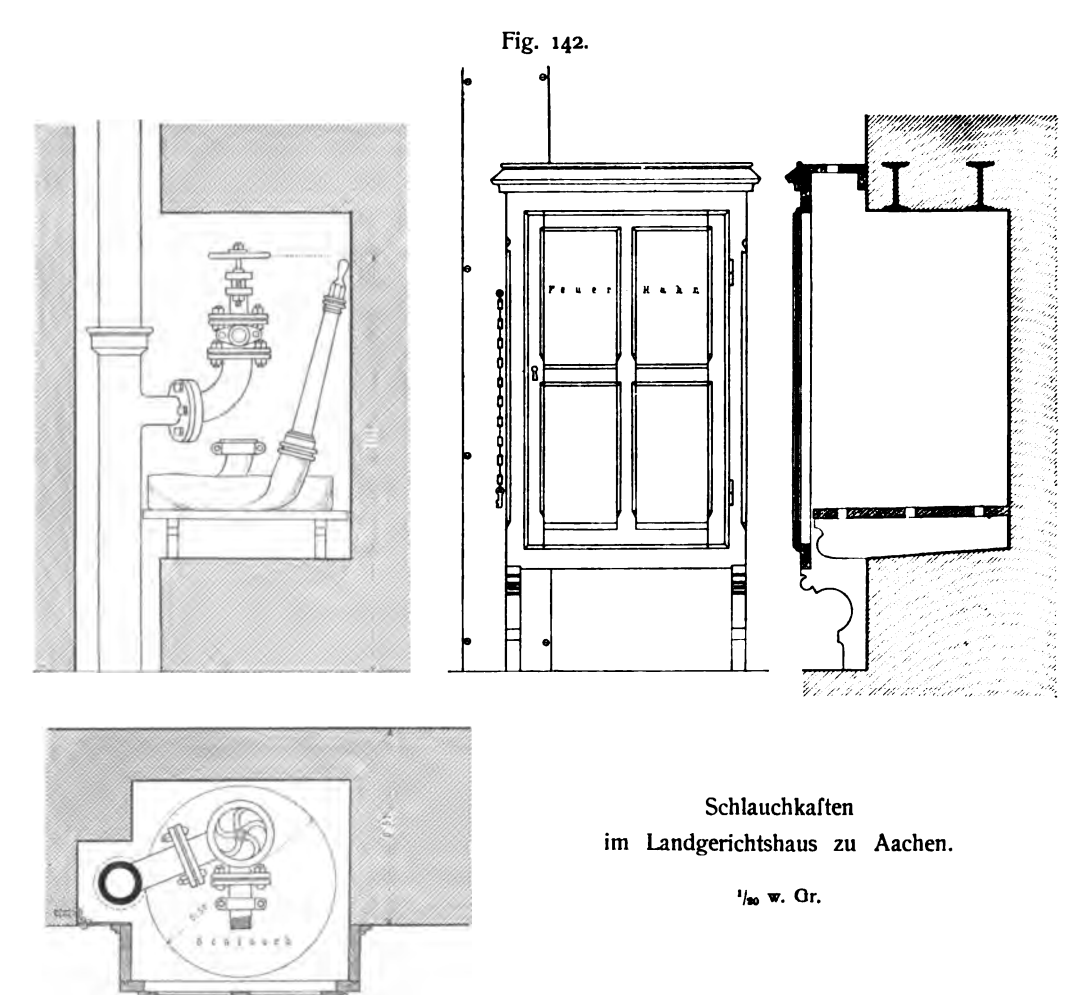
[227]) 2. Aufl.: Art. 419 u. 425 (S. 414 u. 438).



mit den Schläuchen recht weit reichen zu können. Gewöhnlich werden ſie am Austritt der maſſiven Treppen in die Flurgänge eines jeden Geſchoſſes angebracht; Schlauch und Mundſtück müſſen nahe dabei ſein und bleiben am beſten ſtets am Feuerhahn angeſchraubt.

Sämtliche Teile werden entweder frei an der Wand des Flurganges aufgehängt (Fig. 141), oder zur Bergung derſelben wird eine Niſche im Mauerwerk ausgeſpart, ſo groß, daß Hahn und Schlauch bequem zugänglich ſind; eine verſchließbare Tür liegt bündig mit dem Wandputz. Die Tür beſteht häufig aus

Fig. 142.



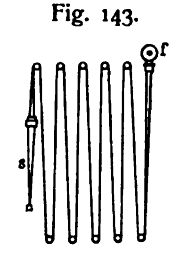
Schlauchkaſten
im Landgerichtshaus zu Aachen.

1/20 w. Gr.

hölzernem Rahmen und Glasfüllung, welche leicht zertrümmert werden kann; doch wird bei ſolcher Einrichtung der Schlauch beim Herausnehmen durch die Glasſcherben leicht beſchädigt. Beſſer iſt es deshalb, die Tür ganz aus Holz und verſchließbar herzuſtellen, den Schlüſſel dazu jedoch unmittelbar daneben in einer beſonderen kleinen Niſche oder einem Käſtchen hinter einer Glasſcheibe aufzubewahren. Reicht die Wandſtärke zur Anlage einer für Feuerhahn und Schlauch genügenden Niſche nicht aus, ſo iſt ſie durch einen Holzkaſten zu vergrößern (Fig. 142). Der Schlauch ruht kreisförmig zuſammengerollt auf dem hölzernen Boden des Kaſtens, der ebenſo wie das Deckbrett mit kleinen Löchern verſehen iſt, um etwas Luftzug zu bewirken.

Die etwa 10^m langen Schläuche der einzelnen Geſchoſſe können durch meſſingene Schlauchverſchraubung ſchnell zu bedeutender Länge verbunden werden. Reicht der Waſſerdruck aus, ſo iſt auch im Dachgeſchoß ein Feuerhahn zu errichten, der allerdings vor dem Einfrieren möglichſt zu ſchützen iſt. Beim Aachener Brande (1883) hat ſich die Einrichtung, die zum Abſpritzen der Bürgerſteige und der Faſſaden vorhandenen Gummiſchläuche an den oberſten Ausgußhahn anſchrauben und die Oberfläche des Daches zum Schutze gegen Flugfeuer benetzen zu können, ſo vortrefflich bewährt, daß man dieſem Umſtande hauptſächlich die Rettung der Stadt zuſchreibt.

Fig. 143.



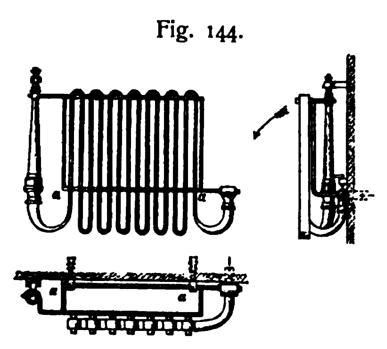
s. Strahlrohr.
f. Feuerhahn, mit dem der Schlauch unter Umſtänden verſchraubt bleiben kann.

Ehe man die Schläuche nach angeſtellter, jährlich zu wiederholender Probe in die Kaſten legt, wird man ſie gehörig auslaufen und abtropfen laſſen, indem man ſie entweder zu den Hinterfenſtern heraus oder in einem Treppenhauſe eine Zeitlang aufhängt. Alsdann werden ſie getrocknet, indem man ſie über zwei Riegel, die paſſend an einer Wand befeſtigt werden, auf- und abführt (Fig. 143[228]), ein Verfahren, welches z. B. auch die Berliner Feuerwehr anwendet. Schließlich bringt man ſie feſt gerollt in die Schlauchkaſten. Eine Verbeſſerung gibt die Vorrichtung D. R.-P. Nr. 76150 von *F. Schultze* in Osnabrück (Fig. 144[229]).

Dieſelbe wird nur durch die eine Handhabe, durch die Fortnahme des Strahlrohres in Tätigkeit geſetzt. Der ſtets aufgeſchraubte Schlauch hängt derart auf dem Geſtell, daß ein Stockigwerden vermieden wird. Bei Fortnahme des Strahlrohres wird der Schlauch ſo abgeworfen, daß ein Verſchlingen beim Ausziehen nicht möglich iſt. Die Drehachſe *a a* des Geſtells iſt zugleich derart mit dem Waſſerhahn verbunden, daß dieſer ſich beim Umklappen des Geſtells nach Fortnahme des Strahlrohres ſelbſttätig öffnet[229]).

Ein Übelſtand bei eintretendem Brande iſt der, daß die vorbeſchriebene Einrichtung das Öffnen des Kaſtens, Abwickeln des zuſammengerollten Schlauches und Anſchrauben an den Feuerhahn notwendig macht, wodurch einige koſtbare Minuten verloren gehen. *Moormann* hat deshalb eine mit dem Feuerhahn verbundene Schlauchtrommel konſtruiert, welche dieſe Übelſtände vermeidet[230]).

Fig. 144.



Schultze's Schlauchaufhängung[229]).

Das Druckwaſſer tritt nach Öffnen des Niederſchraubhahnes *a* (Fig. 145) durch die Öffnung *b* in die drehbar auf den Hahn geſetzte Hülſe *c*, aus welcher es durch die Öffnung *d* mittels des Bogenſtückes *g* in den Schlauch gelangt. Die Hülſe *c* wird einerſeits durch die ringförmige Backe *e* und andererſeits durch die Verſchlußkappe *f* feſtgehalten und waſſerdicht geführt. Die Schlauchtrommel beſteht aus einem Kerne von zuſammengeſchraubten Brettſtücken und aus zwei offenen, hierauf befeſtigten Führungen aus dünnem Flacheiſen. Der Schlauch ſoll ſofort nach dem Gebrauche durch Drehen der Trommel aufgerollt werden. Letzteres erſcheint für die Erhaltung nicht ganz zweckmäßig, da das Austrocknen in zuſammengepreßtem Zuſtande zu lange dauern würde. Es empfiehlt ſich vielmehr, den Schlauch zum Trocknen abzunehmen, dann ihn aber auch ſofort wieder anzuſchrauben, damit er für den Ernſtfall bereit iſt. Dieſe ganze Einrichtung iſt von *H. Breuer & Co.* in Höchſt a. M. zu beziehen[231]).

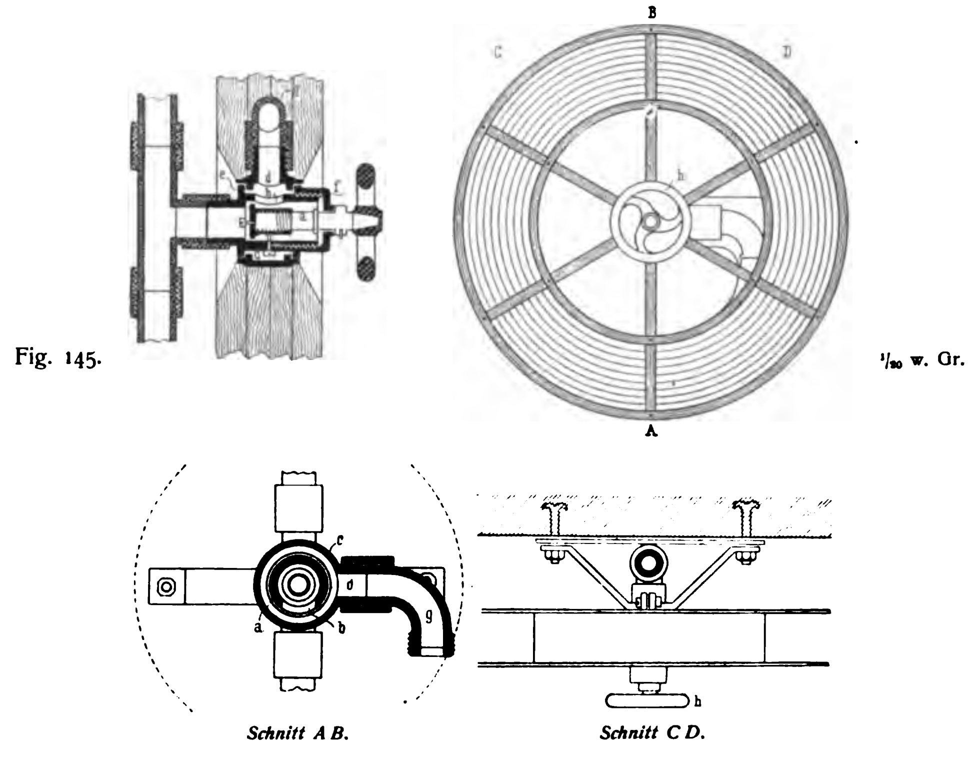
Die Schläuche, erfunden 1672 durch *Jan van der Heide,* zerfallen in Saugeſchläuche und Druckſchläuche. Erſtere werden aus Hanf, Guttapercha und Leder angefertigt. Um zu verhindern, daß beim erſten Zuge der Pumpe die äußere 104. Saugeſchläuche.

---

228) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 171.
229) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 352.
230) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.
231) Vergl. auch: Deutſche Bauz. 1888, S. 597. – Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 540; 1886, S. 171.

Luft den Schlauch zusammendrücke, muß er mit Ringen versteift werden. Messingdrahtspiralen halten sich am besten, sind aber teuer; Schläuche aus Guttapercha sind zu steif und kostspielig; am besten bewähren sich Kautschukspiralschläuche aus vulkanisiertem Gummi. Die präparierten Hanfspiralschläuche sind innen und außen mit einer Drahtspirale versehen; der Stoff ist bester italienischer Hanf, der inwendig mit vulkanisiertem Kautschuk belegt ist. Die Lederschläuche werden meist aus Kuhleder gefertigt, die Spirale eingenäht oder genietet; werden sie gut in der Schmiere erhalten, so sind sie sehr dauerhaft.

Der Saugeschlauch endigt in einem Saugekopf aus Metall, Blech oder Gußeisen, der in seinem Inneren ein Ventil und unter demselben ein durchlochtes Kupferblech hat, um Unreinigkeiten zurückzuhalten. Ist das Wasser sehr unrein, so ist der Saugekopf noch mit einem aus Weiden geflochtenen Korbe zu umgeben.



Moormann's Feuerhahn mit Schlauchtrommel.

105. Druckschläuche. Für Druckschläuche ist eine Weite von 40 bis 50 mm in der Regel ausreichend. Die deutschen Feuerwehren verwenden hierzu vorzugsweise gummierte Hanfschläuche, welche zugleich handlich und absolut dicht sind, während die Hanfschläuche, welche entweder einfach oder doppelt aus rohem ungebleichten Flachs gewebt sind, stets etwas Wasser durchlassen. Gummidruckschläuche leiden zu sehr bei Erhitzung und sind daher weniger zu empfehlen. Einzelne Schlauchstücke von etwa 10 m Länge werden durch messingene Schlauchverschraubungen zu größerer Länge verbunden. Bei Beschaffung derselben hat man sich genau nach dem Gewinde der städtischen Feuerwehr zu richten, um deren Schläuche erforderlichenfalls zur Verlängerung zu gebrauchen.

106. Stahlrohre und Mundstücke. Die Strahlrohre werden aus Messingguß oder aus Kupferblech hergestellt und dürfen nicht unter 30 cm lang sein. Meistens sind sie konisch und erhalten am

weiteren Ende ein für den Schlauch, am anderen ein für das Mundſtück paſſendes Gewinde.

Das Mundſtück, von deſſen richtiger Konſtruktion und unverſehrter Erhaltung die Intenſität des Strahles weſentlich abhängt, wird entweder in ganzer Länge koniſch oder auf die $1^1/_2$-fache Länge des Durchmeſſers gerade und erſt im vorderen Teile koniſch konſtruiert. Kommt es auf eine möglichſt weite Verbreitung des Strahles an, wie z. B. bei Zimmerbränden, ſo ſind Brauſemundſtücke zu wählen, welche je nach der Stellung der Radſcheibe das Waſſer als geſchloſſenen Strahl oder in vielen dünnen Strahlen austreten laſſen; in letzterem Falle wird das Mobiliar mehr geſchont.

Iſt keine Waſſerleitung vorhanden, ſo ſind in jedem Geſchoſſe ein oder mehrere Waſſerbehälter von etwa 1 cbm Inhalt zur ſchnellen Verſorgung der Handſpritze aufzuſtellen. Häufig wird zur Füllung Alaunwaſſer benutzt, das aber das Holz des Kübels bald zerfrißt. 107. Waſſereimer.

Bei Gebäuden, in denen die Menge des angehäuften Zündſtoffes eine ſchnelle Verbreitung des Feuers fürchten läßt, muß man mehr darauf Bedacht nehmen, die Gefahr von außen her zu bekämpfen. Hierfür dienen in erſter Reihe Hydranten oder Feuerpfoſten, welche in der unmittelbaren Umgebung der Gebäude, in den Hofräumen derſelben etc. angelegt werden und die gleiche Konſtruktion erhalten, wie die in den ſtädtiſchen Straßen üblichen Hydranten der öffentlichen Waſſerleitung. Derartige Einrichtungen ſind ſelbſt bei ſtädtiſchen Gebäuden, ſobald dieſelben eine große Ausdehnung, namentlich nach der Tiefe hin, haben, nicht überflüſſig; denn die an den Straßenfronten vorhandenen öffentlichen Feuerwechſel können hauptſächlich nur zum Schutze der nach außen gelegenen Gebäudeteile dienen. 108. Hydranten, Standrohre, Balkone und Leitern.

Über die Konſtruktion und Einrichtung der verſchiedenen Hydranten (der in Schächten eingebauten, ſolcher mit und ohne Selbſtentleerung, der Überflurhydranten etc.), ſowie der unter Umſtänden erforderlichen Standrohre etc. ſiehe Teil III, Band 4 (2. Aufl.: Art. 424, S. 430) dieſes „Handbuches“[282]).

Um einen Brand von außen bekämpfen zu können, gewähren ferner eiſerne Balkone, die durch feſte oder eingehakte Leitern zugänglich ſind, brauchbare Angriffspunkte. So befindet ſich längs einer Spinnerei in Linden bei Hannover eine Anzahl ſchmiedeeiſerner Balkone, zu denen feſte eiſerne Leitern führen. Der Schlauchführer kann von dieſem geſicherten und rauchfreien Standpunkte aus viel ruhiger ſeine Tätigkeit entfalten als innerhalb des brennenden Gebäudes; auch wird die Zeit für das Herbeiſchaffen der Leitern geſpart.

Durch Zuſatz von gewiſſen Chemikalien zum Waſſer kann die Löſchwirkung weſentlich erhöht werden. So wird die Wirkung der patentierten „Aſſekuranzſpritze“ (Patent *Ludin & Co.* in Stockholm, zu beziehen von *Siegfried Bauer* in Bonn), die auch ohne dieſen Beiſatz als Handſpritze zu empfehlen iſt, auf das Neunfache verſtärkt, wenn dem Waſſer eine aus anorganiſchen Produkten zuſammengeſetzte Feuerlöſchmaſſe zugeſetzt wird, welche die Eigenſchaft hat, die brennenden Stoffe zu imprägnieren und unter dem Einfluß der Hitze Gaſe zu bilden, welche die Flamme erſticken; das Nachfüllen der Chemikalien bedarf keiner Sachkenntnis[283]). Dieſer Apparat iſt von *Bauer* verbeſſert und wird jetzt unter dem Namen „Feuer-Annihilator“ verkauft. Nach vorgelegten Zeugniſſen hat er ſich in zahlreichen Fällen bewährt. 109. Zuſatz zum Löſchwaſſer.

[282]) Siehe auch: Feuerhydrant mit angeſchraubtem Schlauch. Patent MOORMANN. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 4, S. 424.
Feuerhahn mit Schlauchtrommel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 315.
HILGERS. Feuerlöſchhahn mit feſt angeſchraubtem Schlauch. Deutſche Bauz. 1886, S. 597.

[283]) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1881, S. 358.



Ähnlich ist der „Feuerlöscher" von *J. H. Bade* in Hamburg. Er wird gefüllt mit „Pyrocid", einer aus verschiedenen anorganischen Stoffen zusammengesetzten Flüssigkeit, die u. a. Chlorcalcium zur Inkrustierung der brennenden Gegenstände enthält.

110. Brunnen mit Steigrohr.

Jeder Brunnen läßt sich durch Einbau eines Windkessels mit Steigröhre zu Löschzwecken einrichten. Eine besondere Art ist der „Löschbrunnen" System *A. v. Kieter* in Dresden, welcher einen Druck von 4 Atmosphären erzielt und an jedem Brunnen, selbst an solchen mit Holzröhren, angebracht werden kann. Wo mehrere Brunnen vorhanden sind, läßt sich ein noch kräftigeres Löschsystem durch Anwendung eines eigens konstruierten „Rückschlagventil-Strahlsammlers" ausbilden.

111. Besondere Wasserbehälter.

Bei Errichtung ausgedehnter Gebäude hat man sich die Frage vorzulegen, ob im Falle eines Brandes das zur Verfügung stehende Wasser auch ausreichen wird. Hierbei darf man sich namentlich über die Leistungsfähigkeit der ausgiebigsten städtischen Wasserleitungen nicht täuschen, da die gewöhnliche Zuströmungsgeschwindigkeit von 1,00 m in der Sekunde für die Speisung einer größeren Zahl von Brandspritzen nicht genügt. Eine Dampfspritze braucht in der Stunde 80 cbm, eine Handspritze 10 cbm Wasser. Es wird daher nötig sein, neben der Wasserleitung noch größere Wasserbehälter anzulegen, von denen einige zur sofortigen Bekämpfung der Gefahr innerhalb, einige andere zur Versorgung der Brandspritzen außerhalb des Gebäudes, am besten unter der Erde, liegen müssen.

Eigenartige Druckbehälter, welche auf dem System des bekannten „Heronsbrunnens" beruhen, hat *G. Stumpf* in Berlin konstruiert[284]). Die Größe der Druckbehälter, mit denen 1885 bereits 3 Petersburger Theater versehen waren, ist so bemessen, daß 2 Spritzenmundstücke von 12 mm Ausfluß, wenn sie von mehreren Druckbehältern gespeist werden, $^1/_2$ Stunde lang wirken können; werden sie nur von einem derselben gespeist, so wirken sie $^1/_4$ Stunde lang. Die Erfindung bezweckt, bei Wasserleitungen von ungenügendem Drucke gleich bei Entdeckung eines Brandes einen starken, hoch und weit reichenden Wasserstrahl zu erzielen.

112. Wasservorhang.

Anfang 1889 wurde im Jodrel-Theater zu London der eiserne Vorhang durch einen „Wasservorhang" ersetzt, den sein Erfinder „Niagaravorhang" nennt. Er besteht aus etwa 500 Wasserstrahlen, die in ihrem Sturze so zusammentreffen, daß sie einen Wasserfall bilden, welcher das Durchschlagen der Flamme unmöglich machen soll.

113. Selbsttätige Löscheinrichtungen.

Selbsttätige Löscheinrichtungen sind hauptsächlich in Baumwollenspinnereien und in Theatern in Anwendung. Sie bestehen grundsätzlich aus einem in größerer Höhe über dem Fußboden angebrachten Röhrensystem, welches derart mit Löchern versehen ist, daß bei einem mittleren Drucke in der Wasserleitung eine zu schützende Fläche vollkommen mit Wasser benetzt wird. Der Erfolg dieser sog. Regenvorrichtungen ist ein vollständiger. Allerdings sind hiermit folgende Nachteile verbunden: 1) es ist schwer, sich jederzeit von dem richtigen Funktionieren der Regenvorrichtung zu überzeugen; 2) mit der Benutzung ist ein bedeutender Wasserverbrauch verbunden; 3) die Befürchtung liegt nahe, daß in der Bestürzung die Vorrichtung auch bei ganz unbedeutenden Bränden, wie sie leicht mit der Handspritze gelöscht werden können, in Anwendung gebracht und dadurch bedeutender Schaden verursacht wird; 4) eine Vereinigung der Wassermasse auf den eigentlichen Herd des Feuers ist nicht möglich; ist der Regen aber nicht sehr kräftig, so wird er nach obigem eher eine Vermehrung als eine Verminderung der Flammen herbeiführen.

---

[284]) Siehe: Deutsche Bauz. 1885, S. 200.

Im Münchener Hoftheater ist eine derartige Einrichtung im Jahre 1874 durch den Hoftheaterinspektor *Stehle* angelegt[235]). 8 Wasserbehälter mit 66 000 l Inhalt besorgen die Speisung. Die Regenvorrichtung besteht aus 3 Systemen, von denen jedes den dritten Teil der Bühne beherrscht. Der Wasservorrat ist so bemessen, daß der ganze Apparat 3 Minuten, jedes Drittel 10 Minuten in Tätigkeit sein kann, ohne daß die Pumpwerke nachzufüllen brauchen. Die an den Trägern des Schnürbodens aufgehängten Kupferröhren von etwa 9 cm Durchmesser und 1½ mm Wandstärke sind an der unteren Hälfte mit 9 Reihen versetzter Löcher von 1 mm Weite versehen, und zwar kommen auf das laufende Meter 180 Löcher. Durch Handgriffe, welche sowohl auf der Hauptmaschinengalerie, als auch auf der Bühne angebracht und durch ein verschlossenes Holzkästchen gesichert sind, werden die Ventile gezogen. Bei angestellter Probe wurde ein Drittel der Bühne, etwa 266 qm Fläche, 30 Sekunden lang überströmt, wobei 3200 l Wasser verbraucht wurden. Jedem der Anwesenden drängte sich hierbei die Überzeugung auf, daß durch einen solchen Sturzregen selbst ein Brand von größerer Ausdehnung gelöscht werden müsse. Von der Vorrichtung soll erst dann Gebrauch gemacht werden, wenn die vorhandenen Spritzen das Feuer nicht mehr beherrschen können.

Solche Proben werden im Budapester Theater jährlich zweimal, im Darmstädter Hoftheater jährlich einmal angestellt. *Eberhard* in Gotha nimmt sie jedesmal für nur e i n Sprengrohr vor, unter welchem eine Holzrinne angehängt ist. Im Stadttheater zu Straßburg werden Segeltuch-Schiffsdecken untergehängt.

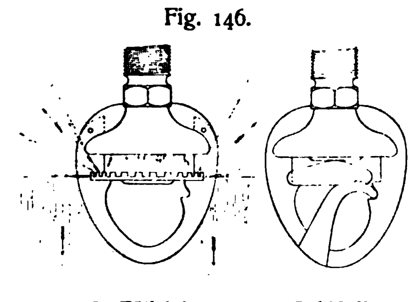
Im Hoftheater zu Gotha ist eine ähnliche Einrichtung, jedoch mit Benutzung der städtischen Wasserleitung, getroffen, ferner neuerdings in Frankfurt a. M. Die Vorrichtungen haben sich in München am 23. August 1879 und in Frankfurt a. M. am 10. Februar 1881 bei Bränden bewährt.

In der Baumwollenspinnerei von *Lowell* im gleichnamigen Orte in Amerika wurden 1845 zum ersten Male die sog. Sprenger eingeführt. Spinnereien sind teils durch die sehr große Umdrehungsgeschwindigkeit der rotierenden Teile, teils durch Selbstentzündungen einer so schnellen Feuersgefahr ausgesetzt, daß Hydranten zur Löschung nicht ausgereicht haben. Die Sprenger, wagrechte Röhren dicht unter der Decke, in einem Abstande von etwa 2,50 m, haben am Anfange 4, am Ende 2 cm Durchmesser; die Löcher haben 48 cm Abstand auf jeder Seite der Röhre und 2 mm Durchmesser. Da das Wasser mit beträchtlicher Stärke austritt, so wird es zunächst längs der Decke hingehen, um dann tropfenweise zu Boden zu fallen. In der Minute kann jeder Raum 1 cm hoch mit Wasser bedeckt werden; also wird die Wirkung eines starken Gewitterregens erreicht. Dieses von *Lowell* erfundene System hat in Amerika eine weite Verbreitung gefunden und hat sich in zahlreichen Fällen bei beginnenden Bränden bewährt.

Von Wichtigkeit ist es, die Regenvorrichtungen bei ausbrechendem Feuer sofort selbsttätig wirken zu lassen. Zwei interessante Projekte hierfür hat *Hiram Maxim* in Paris aufgestellt[236]). In beiden ist versucht worden, der Vergeudung von Wasser und Beschädigung vorläufig nicht gefährdeter Teile dadurch vorzubeugen, daß vom Röhrennetz nur diejenigen Partien in Tätigkeit kommen, welche sich über der brennenden Stelle befinden.

In dem einen Entwurf werden hierfür brennbare Fäden angewendet, welche die Hähne der Röhren geschlossen halten; im anderen vermitteln Pyrometer auf elektrischem Wege das Öffnen derselben. Die Konstruktion der Hahnverschlüsse ist beachtenswert. Mit dem Hahn verbunden ist ein lotrecht stehender, in schwerem Gewichte endigender, hammerartiger Hebel, welcher durch eine ganz geringe Kraft zum Kippen gebracht werden kann und so mit Leichtigkeit die Reibung überwindet.

Fig. 146.



In Tätigkeit. *Geschlossen.*

Parmelee's selbsttätige Löschbrause.

Praktischer ist die von *Parmelee* zu New-Haven erfundene selbsttätige Löscheinrichtung, welche auf der Anwendung eines leicht schmelzbaren Metalles beruht.

An jeder Sprengröhre sind in 3 m Entfernung Brausen (Fig. 146) angebracht. Diese bestehen aus einem Ventil, welches durch einen Hebel und eine Hebelstütze an das Ventilgehäuse gepreßt wird. Die Hebelstütze ist mit einem bei 70 Grad C. schmelzenden Metall an einen mit

[235]) Siehe: Journ. f. Gasb. u. Wass. 1876, S. 115.
[236]) Siehe: *Revue industr.* 1882, S. 143.

dem Ventilgehäuſe verbundenen Meſſingbügel angelötet. Ausbrechendes Feuer bringt das Lot zum Schmelzen; Hebel und Stütze fallen herunter, und das Ventil öffnet ſich. Das dadurch frei werdende Waſſer ſtürzt auf den Ventilteller und ſprüht gegen Decke und Fußboden. Gleichzeitig wird durch die Bewegung des ſtrömenden Waſſers ein Ventil in der Hauptleitungsröhre ausgeſchaltet, welches durch ein Läutewerk den Wächter alarmiert. Im Winter werden die Röhren entleert, füllen ſich aber ſelbſttätig, ſobald eine Brauſe ſich löſt. Den Vertrieb für Deutſchland haben *Walther & Co.* in Kalk bei Cöln übernommen.

Wenn ſich die für den Winter getroffene Einrichtung wirklich bewährt, ſo würde damit ein vorzügliches Mittel gegeben ſein, eiſerne Säulen gegen Glühendwerden zu ſchützen, indem man dieſe zu den Hauptröhren benutzt. (Siehe Art. 73, S. 98.)

114. Löſchen mittels Waſſerdampf.

Bei Bränden in geſchloſſenen Räumen bietet der Waſſerdampf ein vielfach empfohlenes Löſchmittel. Die Wirkung desſelben beruht darauf, daß die für die Ernährung eines Feuers notwendige atmoſphäriſche Luft vertrieben, dem Brande alſo die Nahrung entzogen wird. Zuerſt hat *Waterhouſe* 1833 das Löſchen vermittels Dampf vorgeſchlagen, hat aber ſelbſt gefunden, daß derſelbe das Glimmen nicht hindert, welches ſich bei ſtärkerem Luftzutritt ſofort wieder in helle Flamme verwandelt. Gewiß erſcheint es unrationell, neben einem bereits vorhandenen Feuer noch ein zweites anzuzünden, nur um Dampf zu erzeugen, während der auf die Brandſtelle geſchleuderte Waſſerſtrahl ſich ſofort und ohne weiteres in Dampf verwandelt.

Indeſſen hat man in vielen Fällen eher Dampf zur Hand als Waſſer und Spritzen, und wenn es nur gelingt, das Feuer durch den Dampf eine Zeitlang hinzuhalten, ſo iſt damit ſchon viel gewonnen. In allen Fällen, wo Räume von Dampfleitungen für Heiz-, Trocken- oder ſonſtige Zwecke durchzogen werden, wird es immer zweckmäßig ſein, Vorkehrungen an denſelben zu treffen, welche das ſofortige Ausſtrömen von Dampf bewirken. Einen Erfolg kann man ſich allerdings nur verſprechen, ſolange die Fenſterſcheiben ganz bleiben, alſo nur wenig atmoſphäriſche Luft zutreten kann. Das Atmen wird erfahrungsmäßig durch den Waſſerdampf nicht weſentlich behindert. Dieſes Verfahren wird ſich bei Bränden in Kellern und abgeſchloſſenen Lager- und Fabrikräumen empfehlen.

So ſind in der ſchon genannten Spinnerei in Linden 16 Dampfventile angebracht, um Dampf mit 30 kg Druck von 6 Cornwallkeſſeln vermittels geeigneter, außerhalb des Gebäudes angebrachter Kettenzüge in die verſchiedenen Räume zu preſſen [237]).

Man hat die Dampflöſcheinrichtungen auch ſelbſttätig wirkend konſtruiert, indem man z. B. die Enden der Dampfröhren durch kurze angelötete Röhrenſtücke aus einer leicht flüſſigen Legierung von Blei und Zinn abſchließt, welche, um das ein etwaiges Schmelzen erſchwerende Kondenſationswaſſer zu verdrängen, zum Teile mit Harz ausgefüllt werden [238]).

Ob man, wie vorgeſchlagen, auch bei Theaterbränden dieſe Art des Löſchens in Anwendung bringen kann, iſt eine noch offene Frage. Gefährlich ſcheint es, durch den Waſſerdampf einen ſtarken Nebel zu erzeugen, in dem ſich das geängſtigte Publikum nicht zurecht finden kann. Auch wird die Wirkung des Dampfes weſentlich beeinträchtigt werden, ſobald die ſo wünſchenswerten Vorrichtungen, welche einen ſchnellen Abzug der Rauchgaſe bewirken, vorhanden ſind.

115. Löſchen mittels Kohlenſäure.

Eine ähnliche Wirkung wie der Dampf hat die Kohlenſäure. Der Extinkteur, 1864 von *Vignon & Charlier* in Paris erfunden, iſt eine tragbare, aus Blech konſtruierte Vorrichtung, welche Waſſer und außerdem kohlenſäurehaltige Subſtanzen enthält. Die ſich entwickelnde Kohlenſäure übt auf die Flüſſigkeit einen ſtarken Druck aus. Am Boden des Gefäßes iſt eine Ablaßröhre mit Hahn nebſt Gummi-

---

[237]) Siehe: Mitth. d. Gwb.-Ver. f. Hannover 1860, S. 251.

[238]) Siehe auch: Verwendung des Dampfes zu Feuerlöſchzwecken. Centralbl. d. Bauverw. 1883, S. 146.
D. R.-P. Nr. 21632: Automatiſcher Feuerlöſchapparat von *Victor Vankeerberghen* in Brüſſel.

schlauch und Mundstück angebracht. Wird der Hahn geöffnet, so entladet sich der Inhalt in scharfem Strahle bis auf 10 m Entfernung. Die Vorrichtung wird beim Gebrauche wie ein Ranzen auf den Rücken genommen, mit der Linken der Hahn geöffnet und mit der Rechten das Mundstück gehandhabt.

Die Füllung der zuerst ausgeführten Apparate bestand aus doppelt kohlensaurem Natron und Weinsteinsäure, den bekannten Stoffen zur Herstellung des Brausepulvers. *Zabel* in Quedlinburg wendet statt der Weinsteinsäure Schwefelsäure an. Die Konstruktion hat mannigfache Veränderungen und Verbesserungen erfahren.

Ein Nachteil des Extinkteurs besteht darin, daß die vorrätige Löschmasse bald erschöpft ist. Die Neufüllung will gelernt sein und verursacht Zeitverlust. Das Gewicht von etwa 50 kg auf dem Rücken erfordert einen kräftigen Mann; der ausfließende Strahl erzeugt einen Rückstoß, den man mit dem Körper beherrschen muß, um nicht umgeworfen zu werden; die Bedienung kann also einem Ungeübten nicht überlassen werden. Die Vorrichtung empfiehlt sich mithin nur da, wo ständig ein Hausmeister und dergl. sich befindet, also für öffentliche Gebäude, Villen, Gasthöfe, Fabriken, ganz besonders für Schiffe, und wird in solchen, solange der Brand einen nur mäßigen Umfang angenommen hat, vortreffliche Dienste leisten.

Flüssige Kohlensäure zum Erzeugen des ersten Druckes in den Dampfkesseln der Dampfspritzen ist mehrfach benutzt worden [239]).

Bei der Kohlensäure-Druckspritze von *Raydt*, von der Maschinenfabrik Deutschland in Dortmund fabriziert, wird die Kohlensäure in flüssigem Zustande angewendet.

Ein leichtes zweirädriges Fahrzeug trägt einen Wasserkessel von 300 l Inhalt mit Schlauch und Strahlrohr; hinter demselben befinden sich zwei starke, schmiedeeiserne Flaschen mit flüssiger Kohlensäure. Durch Absperrventile verschließbare Kupferröhren verbinden die Flaschen mit dem Wasserkessel. Öffnet man eines der Ventile, so drückt die Kohlensäure auf das Wasser (mit etwa 40 Atmosphären Druck) und schleudert dasselbe kräftig aus dem Strahlrohr [240]).

Der auf den Schiffen der englischen Marine eingeführte *Fire-Annihilator* von *Philipps* löscht das Feuer ausschließlich durch Verdrängung der atmosphärischen Luft. 116. Sonstige Lösch-vorrichtungen.

Es wird eine Masse, aus Holzkohlenpulver, Kokepulver, Kalisalpeter und Gips bestehend, durch Eintreiben eines Stiftes entzündet und in Dampf verwandelt. Die Erfindung hat sich in vielen Fällen bewährt; dennoch hat der geistreiche Erfinder nicht verhüten können, daß seine Fabrik mit sämtlichen Annihilatoren abbrannte, wodurch jedoch der Wert seines Löschmittels für geschlossene Räume nicht beeinträchtigt wird.

Eine ähnliche Wirkung hat die *Bucher*'sche Löschdose, erfunden 1846 von *Kühn*.

Die Masse besteht aus 66 Vomhundert Salpeter, 30 Vomhundert Schwefel und 4 Vomhundert Kohle; die Löschkraft derselben beruht auf der starken Entwickelung schwefeliger Säuren. Der Stadtrat zu Marienburg hat in Anerkennung der Nützlichkeit dieser Erfindung unterm 2. Juni 1875 angeordnet, daß alle Etablissements, in denen Spirituosen, Öl, Teer, Petroleum, Photogen, Ligroin etc. auf Lager gehalten werden, sich mit einer genügenden Anzahl *Bucher*'scher Löschdosen zu versehen hätten. Die Wirkung hat sich bei Bränden von Fetten und Spriten, für welche das gewöhnliche Löschverfahren nicht ausreicht, so kräftig gezeigt, daß auch bei gesprengten Fensterscheiben die Flamme erlosch.

„Imperial-Granaten-Feuerlöscher" erfordern ein nahes Herantreten an den Herd des Feuers, was oft wegen der Rauchentwickelung nicht möglich sein wird. Feuerlöschende Dämpfe oder Gase erzeugen sie nicht; das in der Flüssigkeit enthaltene Chlorcalcium ist nicht geeignet, eine das Feuer völlig erstickende Kruste zu bilden. Ähnliches trifft bei dem „Patent-Ready-Feuerlöscher" zu. 117. Löschgranaten.

239) Siehe: Centralbl. der Bauverw. 1888, S. 114.

240) Siehe auch: Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1883, S. 69.

118. Selbsttätige Feuerlärmer. Zum Schlusse hätten wir noch diejenigen Vorrichtungen zu betrachten, welche selbsttätig ein in einem geschlossenen Raume ausbrechendes Feuer, bezw. eine außergewöhnliche Steigerung der Temperatur anzeigen. Dies sind die selbsttätigen Feuerlärmer oder Feuermeldevorrichtungen, auch Feuerautomaten genannt. Sie werden entweder als Luftdrucktelegraphen oder als elektrische Telegraphen konstruiert. Da sich in jedem Raume mindestens einer, in großen Räumen, z. B. im Zuschauer- oder Bühnenraum von Theatern, sogar mehrere derartige Vorrichtungen befinden müssen, so folgt, daß ein ausgedehntes Gebäude eine große Menge von solchen Vorrichtungen aufweisen muß. Das Feuersignal wird nach dem Wächterzimmer hin gegeben, indem daselbst eine Lärmglocke in Tätigkeit gesetzt wird. Von den zahlreichen Erfindungen können wir hier nur einige wenige anführen.

Auf dem Grundgedanken der Luftdrucktelegraphen beruht der Apparat von ***Bach*** in Hannover. Eine Glasflasche ist durch einen mit einer zarten Gummihaut bespannten Blechtrichter luftdicht verschlossen. Eine äußere Temperaturerhöhung wirkt durch Ausdehnung der Luft im Inneren der Flasche auf das Gummihäutchen, welches diesen Druck auf einen mit dem Trichter in Verbindung stehenden Luftdrucktelegraphen überträgt. Für eine größere Anzahl von Automaten wird der pneumatische Betrieb zu verwickelt und dadurch unsicher.

Die elektrischen Feuerlärmer können mit Arbeits- oder mit Ruhestrom arbeiten, d. h. im Moment der Feuermeldung wird entweder der Strom geschlossen oder unterbrochen. Nach ersterem Grundgedanken waren die älteren Vorrichtungen konstruiert. Das durch Erwärmung in der gläsernen Thermometerröhre aufsteigende Quecksilber berührt an einer Stelle, die etwa bei 50 Grad der Thermometerskala liegt, zwei Drahtspitzen von Platin, welche in einem Rohr einander gegenüber stehen und die entgegengesetzten Pole einer galvanischen Batterie bilden, deren Strom nunmehr, bei der Berührung durch Quecksilber geschlossen, ein Läutewerk in Bewegung setzt. Bei anderen derartigen Apparaten wird das Quecksilber durch Ausdehnung der Luft, durch Wasser-, Äther- oder andere Dämpfe in einem Röhrchen gehoben und zum Kontaktpunkte geführt. Bei noch anderen wird der Strom durch ein herabfallendes Gewicht geschlossen, welches bis dahin an einem Ringe aus leicht schmelzbarer Legierung aufgehängt war. Der Mangel dieser Vorrichtungen besteht darin, daß man niemals eine Kontrolle hat, ob sie bei eintretender Gefahr wirklich in Tätigkeit treten werden.

Zuverlässiger sind diejenigen Vorrichtungen, welche auf dem Grundgedanken des Ruhestromes beruhen, also im Moment der Feuermeldung eine Unterbrechung des Stromes bewirken. Sobald nämlich an irgend einer Stelle die Leitung schadhaft geworden ist, ertönt ebenfalls die Lärmglocke. Nachdem man sich überzeugt hat, daß dies nur „blinder Lärm“ gewesen ist, wird man die schadhaft gewordenen Stellen aufsuchen und ausbessern. Die Glocke kann auch mittels eines Tasters in Tätigkeit gesetzt und zum Rufen der Diener benutzt werden. Bei ausgedehnteren Etablissements wird es nötig sein, auch den Ort der Gefahr nach dem Wächterzimmer zu melden. Dies geschieht mittels der in Gasthöfen etc. üblichen Nummerneinrichtungen. (Siehe Teil III, Bd. 3 dieses „Handbuches“, Abt. IV, Abschn. 2, C, Kap.: Elektrische Haus- und Zimmertelegraphen.)

Bezüglich der Sondereinrichtung der Feuerlärmer verweisen wir auf die unten[211]) namhaft gemachten Quellen.

---

211) Feueralarm-Apparate von ***Sickert & Loffier.*** HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1873, S. 166.
TERRIER, CH. ***Un révélateur d'incendie. Gaz. des arch. et du bât.*** 1874, S. 44.
HEEREN. Selbstthätige Feueralarmsignale. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1877, S. 187.
ZIEMBINSKI, S. Ueber einen neuen Feuer-Signalapparat. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1878, S. 378.
Elektrischer Feueralarmapparat von ***de Gaulne & Mildé.*** Deutsche Allg. Polyt. Ztg. 1878, S. 454.
Elektrischer Feuer-Alarm-Apparat. Schweiz. Gwbbl. 1878, S. 152.
ZEHNDER, L. Der Pyrograph. Eisenb., Bd. 10, S. 143.
Elektrischer Feuer-Alarmapparat. Maschinenb. 1879, S. 53.
Automatischer Feueranzeiger. Maschinenb. 1879, S. 237.
UPPENBORN, F. Elektrischer Signalapparat für das Eintreten einer bestimmten höheren Temperatur. Zeitschr. f. ang. Elektr. 1879, S. 110.
FEIN, W. E. Automatischer Feuersignal-Apparat. Zeitschr. f. ang. Elektr. 1879, S. 166.
BRASSEUR's selbstthätiger Feuermelder. ***Moniteur induftr.*** 1879, S 467. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 42.
LINDNER, M. C. A. HEINRICH's selbstthätige Feuermelde-Apparate. Elektrotechn. Zeitschr. 1880, S. 173.
Das Feueralarm-System der ***Exchange Telegraph Company.*** Elektrotechn. Zeitschr. 1880, S. 297.
MONCEL, TH. DU. ***Systèmes électriques pour les annonces d'incendie. La lumière électrique*** 1880, Nr. 13, 15.
Selbstthätiger Feuermelder. Maschinenb. 1881, S. 106.

Literatur

über „Sicherungen gegen Feuer“.

On the conſtruction of houſes for the prevention of fires. Builder, Bd. 8, S. 241.

BRAIDWOOD, J. *Fires: the beſt means of preventing and arreſting them, with a few words on fire proof ſtructures. Builder*, Bd. 14, S. 259, 308.

Ueber Vorrichtungen zum Feuerlöſchen in Fabrikgebäuden. Allg. Bauz. 1859, S. 287.

AHLERS. Die Feuerlöſch-Einrichtungen der Hannöverſchen Baumwollſpinnerei und Weberei in Linden. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1860, S. 251.

FRANCIS. Vorrichtungen zum Schutz gegen Feuersgefahr in den Lowell-Fabriken. Nach *Mechan. magaz.*, N. S., Bd. 13, S. 351. Polyt. Journ., Bd. 178, S. 93.

HARRISON. Einrichtungen zum Schutz gegen Feuer in Gebäuden. WIECK's ill. Gwbztg. 1865, S. 173.

Der Extincteur. Deutſche Bauz. 1869, S. 486.

BUTTRICK. Ueber die Apparate für die Verwendung der Kohlenſäure zur Feuerlöſchung. Deutſch von A. OTT. Deutſche Ind.-Ztg. 1869, S. 442.

HOFFMANN's Syſtem feuerſicherer Maſſivbauten in Anwendung auf das Wohnhaus. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1870, S. 1.

DOUGLAS. *Extinguiſhing fires in buildings. Scientific American*, Bd. 21, S. 357.

Verbeſſerter Extincteur. Deutſche Bauz. 1872, S. 410.

Neue Löſchvorrichtungen für Theater. Zeitſchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1872, S. 484.

De l'action du feu ſur les matériaux de conſtruction. Gaz. des arch. et du bât. 1872, S. 134.

WEIDENBUSCH. Anwendung des Waſſerdampfes zum Feuerlöſchen. Polyt. Journ., Bd. 206, S. 411; Bd. 207, S. 78. Maſchin.-Conſtr. 1873, S. 53. Polyt. Centralbl. 1873, S. 102.

SOMMER. Ueber Anwendung des Waſſerdampfes als Feuerlöſchmittel. Polyt. Journ., Bd. 208, S. 281.

OWEN, J. O. *On fireproof building. Builder*, Bd. 32, S. 48.

HARRISON. *Protection againſt fire. Iron*, Bd. 3, S. 233. *Scientific American*, Bd. 30, S. 227.

EPPLEN, C. Die neue Feuer-Löſcheinrichtung im Bühnenhauſe des kgl. Hof- und National-Theaters zu München. Journ. f. Gasb. u. Waſſ. 1876, S. 115.

JUNG, L. Die Feuerſicherheit in öffentlichen Gebäuden. München 1879.

LABROUSSE, C. *Les incendies dans les uſines et établiſſements induſtriels; moyens préventifs et d'extinction.* Lille 1879.

Eiſerner Schutz-Vorhang im Poſener Stadt-Theater. Deutſche Bauz. 1879, S. 509.

Die STOTT'ſche feuerfeſte Conſtruction bei Fabrikanlagen. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1879, S. 288.

Elektriſcher Feuermelder, Maſchinenb. 1881, S. 328.

BAMBACH, P. Verbeſſerter Feuer- und Einbruch-Aviſeur. Zeitſchr. f. ang. Electr. 1881, S. 214.

Selbſtthätiger Feuermelder von BROWN & BOGEN. Zeitſchr. f. ang. Electr. 1881, S. 377.

EVRARD, F. *L'électricité dans ſes applications aux annonces d'incendie. Revue induſtr.* 1881, S. 68.

NELIUS. *Avertiſſeurs électriques d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 12.

Les avertiſſeurs des incendies. L'électricité 1881, Nr. 14, 17.

GÉRALDY, F. *Les avertiſſeurs d'incendie. La lumière électrique* 1881, Nr. 46.

Avertiſſeur d'incendie de Soulandié. L'électricité, Bd. 4, Nr. 15.

Avertiſſeur d'incendie. L'électricité, Bd. 4, Nr. 20, 24.

TISSANDIER, G. *Les avertiſſeurs d'incendie. L'électricien*, Bd. 1, Nr. 3.

Feuermelder von G. DUPRÉ in Paris. Polyt. Journ., Bd. 244, S. 140.

HEFNER-ALTENECK, F. v. Feuermelder und Wächter-Kontrolapparat für feuergefährliche Anlagen von SIEMENS & HALSKE in Berlin. Elektrotechn. Zeitſchr. 1882, S. 105.

Avertiſſeur-extincteur automatique d'incendie de M. H.-S. MAXIM. *Revue induſtr.* 1882, S. 143.

Taſter für elektriſche Läutewerke mit Feuersgefahranzeiger. Polyt. Journ., Bd. 244, S. 45.

HASE. Elektriſcher Feuermelder. Centralbl. f. Elektrotechnik 1882, S. 408.

Automatiſche Feuermelde-Apparate für abgeſchloſſene Räume nach C. A. HEINRICH. Skizzenbuch f. d. Ing. u. Maſch. 1883, Bl. I.

The Vienna electrical exhibition. VI. Fire alarms. Engng., Bd. 36, S. 422.

Selbſtthätiger, ſelbſtſchließender und mit Alarmglocken verſehener Feuerlöſch-Apparat. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 547.

Neuerungen an elektriſchen Feuermeldern und Sicherheitsvorkehrungen bei Feuersgefahr. Polyt. Journ., Bd. 251, S. 164.

NAGLO. Ueber elektriſche Vorrichtungen für Feuerſignale und Feuermeldungen. GLASER's Ann. f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 14, S. 28.

Selbſtthätige Feuerlöſch-Einrichtung mit Feueralarm-Apparat. Geſundh.-Ing. 1885, S. 259. Deutſche Bauz. 1885, S. 262.

Feuerlöſch- und Alarm-Apparat für Gebäude. Maſchinenb. 1885, S. 438.

Avertiſſeurs d'incendie. Revue induſtr. 1885, S. 275.

Der patentirte elektriſche Feuermelder von G. MOOTZ in Mainz. Deutſche Bauz. 1886, S. 335.

Automatiſcher Feuermelder für abgeſchloſſene Räume. C. A. HEINRICH's Patent. Baugwks.-Ztg. 1891, S. 791.

DOEHRING, W. Handbuch des Feuerlöfch- und Rettungswefens mit befonderer Berückfichtigung der Brandurfachen und baulichen Verhältniffe, fo wie der neueften Apparate. Berlin 1881.
Eiferne Theatervorhänge. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 523.
Feuerlöfcheinrichtung in der Bierbrauerei „Zum Spaten“ in München. Gefundh.-Ing. 1881, S. 203.
SAUVAGEOT, L. *Le feu dans les théâtres et l'ordonnance du préfet de police du 16 mai 1881. Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 307.
FLECK, H. Ueber Flammenficherheit und Darftellung flammenficherer Gegenftände. Dresden 1882.
HEATHMAN, J. H. *The prefervation of life and property.* London 1882.
SCHEMFIL, H. Ueber feuerfichere Anlage großer Bauten. Allg. Bauz. 1882, S. 31.
Ueber Feuerfchutz-Maßregeln in Theatern. Deutfche Bauz. 1882, S. 39, 51, 95.
Der Schutzvorhang des Walhallatheaters in Berlin. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 25.
EBELING. Ueber einige in Berliner Theatern ausgeführte eiferne Vorhänge. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1882, S. 60.
EBELING. Die Anordnung eiferner Vorhänge in Theatern. Wochfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1882, S. 181.
STUMPF, G. Feuerlöfch-Einrichtungen bei großen öffentlichen Gebäuden. Gefundh.-Ing. 1882, S. 633.
SIEMENS, W. Elektrizität gegen Feuersgefahr. Elektrotechn. Zeitfchr. 1882, S. 1, 7.
Ein neuer feuerficherer Theatervorhang. Deutfches Baugwksbl. 1882, S. 81.
POTTER, TH. *Fires at country manfions; fome fuggeftions for their prevention. Builder,* Bd. 43, S. 820. *Architect,* Bd. 28, S. 385.
A fire-proof ftructure. Building news, Bd. 43, S. 627.
SCHOLLE, F. Ueber Imprägnationsverfahren als Schutzmaßregel gegen Feuersgefahr. Dresden 1883.
KRAFT, M. Sicherheit gegen Feuersgefahr in Theatern. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1883, S. 14.
WEIDTMANN, J. Feuerlöfcher mit flüffiger Kohlenfäure. Wochfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1883, S. 68.
PFISTER, R. Feuerficherer Verfchluß von Bühnen-Oeffnungen in Theatern. Deutfche Bauz. 1883, S. 500.
Prevention of fires. American architect, Bd. 13, S. 280, 293.
PULHAM, J. *Portland cement concrete and terra-cotta fireclay in fire-proof conftruction. Building news,* Bd. 44, S. 183.
Hogg's fire-proof doors and fhutters. Building news, Bd. 10, S. 81.
WIGHT, P. B. *On fire-proof conftruction. Building news,* Bd. 17, S. 136, 163.
Iron, and fireproof conftruction. Building news, Bd. 26, S. 225.
The conftruction of fire-proof buildings. Building news, Bd. 26, S. 226.
What is fireproof conftruction? Building news, Bd. 26, S. 275.
Smeaton's patent combined heating and fire-extinguifhing apparatus. Building news, Bd. 27, S. 75.
Patent fireproof conftruction for public buildings, etc. Building news, Bd. 27, S. 297.
Iron fhutter. Scientific American, Bd. 48, S. 67.
Hotel du Crédit Lyonnais, boulevard des Italiens. Diftribution d'eau et fecours contre l'incendie. La femaine des conft., Jahrg. 8, S. 139, 185, 270.
Rideau métallique pour théâtre. La femaine des conft., Jahrg. 6, S. 328.
DORBIGNY, L. *Extincteurs d'incendie. La femaine des conft.,* Jahrg. 8, S. 258, 328, 401.
Rideau métallique au théâtre de Lille. La femaine des conft., Jahrg. 8, S. 355.
Anforderungen der Feuerpolizei. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 288.
Eiferne Courtine von POTTHOF & GOLF in Berlin. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 391.
Rettungswege in Fabriken. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 698.
Feuerfichere Deckenconftructionen im geologifchen und landwirthfchaftlichen Mufeum in Rom. Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 269.
Technifche Einrichtungen im neuen Prinz-Theater zu London. Deutfche Bauz. 1884, S. 111.
Zur Frage der Feuerficherheit verfchiedener Konftruktions-Materialien. Deutfche Bauz. 1884, S. 169.
Feuerfichere Thüren. Deutfches Wochbl. f. Gefundheitspfl. 1884, S. 45.
Extinkteur von ZABEL & Co. Quedlinburg. Mafchinenb. 1884, S. 410.
KRAFT, M. Internationale elektrifche Ausftellung in Wien 1883. Die Sicherheitsapparate gegen Feuersgefahr auf der Ausftellung. Pract. Mafch.-Conft. 1884, S. 46, 72.
MÖNCH's Feuerlöfch-Anlagen mit flüffiger Kohlenfäure. Techniker, Jahrg. 6, S. 285.
Superator-Feuerprobe. Wochfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1884, S. 193.
MAUCORPS, M. *Études économiques. Affurance contre l'incendie mutuelle et prime fixe. Encyclopédie d'arch.* 1884, S. 23.

MERRYWEATHER, J. C. *Fire protection of manſions. How to prevent fires etc.* London 1884. — 2. Aufl. 1886.

The Grinnell automatic fire extinguiſher. Engineer, Bd. 58, S. 255.

DORBIGNY, A. *Échelle de ſauvetage d'incendie. La ſemaine des conſt.,* Jahrg. 9, S. 77.

Feuerſichere Wände von Trägerwellblech. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 542.

Ueber das Verhalten ſtarker Bauhölzer im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 192.

Die Gefährlichkeit von Aufzügen bei Brandfällen. Centralbl. d. Bauverw. 1885, S. 247.

Benutzung von Luftdruck bei Feuerlöſch-Einrichtungen in Gebäuden. Deutſche Bauz. 1885, S. 198.

Verſuche über das Verhalten gußeiſerner, ſchmiedeeiſerner und ſteinerner Säulen im Feuer und bei plötzlicher Abkühlung. Deutſche Bauz. 1885, S. 343.

Feuerfeſte Thüren. Geſundh.-Ing. 1885, S. 427.

BÖHLE's Patent-Gasſpritze. Pract. Maſch.-Conſt. 1885, S. 454.

HAGEN's Feuerſchutzläden für Luft-Schächte in Gebäuden. Techniker, Jahrg. 8, S. 20.

Die Gefahren der abſoluten Feuerſicherheit. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 39.

BAUSCHINGER, J. Das Verhalten gußeiſerner, ſchmiedeeiſerner und ſteinerner Säulen im Feuer und bei raſchem Abkühlen (Anſpritzen). Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 125.

PRÉAUDEAU, DE. *Réſiſtance au feu des éléments métalliques des bâtiments. Annales des ponts et chauſſées* 1885 – 2. Sem., S. 780.

The fireproof cloſing of openings in party-walls. Builder, Bd. 48, S. 149.

Fireproof conſtruction. Builder, Bd. 49, S. 877.

Fireproof ceilings and partition walls. Engineer, Bd. 60, S. 441.

Bericht über die Allgemeine deutſche Ausſtellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungsweſens. Berlin 1882—83. Bd. III. Breslau 1886. S. 535: Abwehr von Feuersgefahr. Von C. STREHL.

VENERAND, W. Asbeſt und Feuerſchutz etc. Wien 1886.

Selbſtthätige Feuerlöſchvorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 6.

Ueber den Widerſtand eiſerner Stützen und Träger im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 318.

Künſtliche Feuerlöſchmittel. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 420.

Feuerſichere Thüren. Deutſche Bauz. 1886, S. 24, 47.

MÖLLER, M. Ueber das Verhalten gußeiſerner und ſchmiedeeiſerner Säulen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 162.

RUNGE, G. Ueber Feuerſicherheit von Gebäuden. Deutſche Bauz. 1886, S. 250.

MÖLLER, M. Zur Frage des Verhaltens gußeiſerner und ſchmiedeeiſerner Stützen bei Feuersbrünſten. Deutſche Bauz. 1886, S. 314, 326.

Ueber GRINNELL's, bezw. VICTOR's ſelbſtthätigen Feuerlöſchapparat. Polyt. Journ., Bd. 261, S. 523.

Die Verwendung des Dampfes bei Schadenfeuern. Pract. Maſch.-Conſt. 1886, S. 192.

ZAMPIS, G. Neuartige Courtinen-Conſtruction. Wiener Bauind.-Zeitg., Jahrg. 3, S. 308.

GRINNELL'ſche ſelbſtthätige Feuerlöſcheinrichtung. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1885, S. 180; 1886, S. 180.

Zur Frage der Feuerſicherheit unſerer Baukonſtruktionen. Baugwks.-Zeitg. 1887, S. 889.

Feuerſchutz für Eiſenconſtructionen. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 435, 450.

MÖLLER, M. Verhalten einiger Materialien im Feuer. Deutſche Bauz. 1887, S. 280.

LAUNER. Der Brand des Lagerhauſes in der Kaiſerſtraße in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1887, S. 417.

Feuerſichere Courtine vom Stadttheater in Karlsbad. Pract. Maſch.-Conſt. 1887, S. 9.

Dampfſtrahlfeuerſpritzen-Anlage der mechaniſchen Weberei von *Anton & Alfred Lehmann* in Schönweide bei Berlin. UHLAND's Techn. Rundſchau 1887, S. 169. Deutſche Bauz. 1887, S. 207.

Dampfſtrahl-Feuerlöſchanlage. Zeitſchr. d. Ver. deutſch. Ing. 1887, S. 369.

GILARDONE, F. Zum Brand der „Komiſchen Oper“ in Paris. Hagenau i. E. 1887.

Rideau en fer (ſyſtème Edoux) à manoeuvre hydro-électrique et à commande à diſtance inſtallé au Théâtre-Français. Génie civil, Jahrg. 7, S. 325.

BEAU, L. *Le rideau en fer du Théâtre Français. La ſemaine des conſt.,* Jahrg. 12, S. 126, 137.

Protection du fer contre le feu dans les édifices. La ſemaine des conſt., Jahrg. 12, S. 278.

Heath's fireproof curtain for theatres. Builder, Bd. 53, S. 649.

MÖLLER, M. & R. LÜHMANN. Ueber die Widerſtandsfähigkeit auf Druck beanſpruchter eiſerner Baukonſtruktionstheile bei erhöhter Temperatur. Berlin 1888.

Techniſche Mittheilungen. Heft 21: Die Feuerlöſch-Präparate und ihr practiſcher Nutzen. Von M. EBERHARDT. Zürich 1888.

KRAMEYER. Vorſchlag zur Einführung fahrbarer Schnelllöſcher (Extincteure). Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 114.
Selbſtthätige Feuerlöſch-Vorrichtungen. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 348, 499.
Das Verhalten eiſerner Stützen im Feuer. Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 286.
Ueber das Verhalten eiſerner Stützen bei erhöhter Temperatur. Deutſche Bauz. 1888, S. 305, 323.
Selbſtthätige Feuerlöſch-Einrichtung von GRINNELL. GLASER's Ann. f. Gwbe. u. Bauw., Bd. 22, S. 234.
Zur Frage der Feuerſicherheit. HAARMANN's Zeitſchr. f. Bauhdw. 1888, S. 137, 146.
EDOUX, L. *Rideau métallique à manoeuvre hydro-électrique pour théâtre. Nouv. annales de la conſt.* 1888, S. 161.
A fireproof curtain for theatres. Architect, Bd. 39, Feb. 7, 1888, Suppl., S. 15.
Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen etc. Hamburg 1896.
Ein Rettungsfenſter. Deutſche Bauz. 1896, S. 42.
Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit von Speicherſtützen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 246.
Vergleichende Verſuche über die Feuerſicherheit gußeiſerner Speicherſtützen etc. Hamburg 1897.
SACHS, O. *Fires and public entertainements etc.* London 1897.
SCHÜLER, H. Verſuche über das Verhalten gußeiſerner Stützen im Feuer. Deutſche Bauz. 1897, S. 232.
The Howard ſwinging hoſe rack. Architecture and building, Bd. 29, S. 152.
RITGEN, O. v. Ueber die Feuerſicherheit der Bauten. Centralbl. d. Bauverw. 1901, S. 83, 85, 97. — Auch als Sonderabdruck erſchienen: Berlin 1901.
HENRICI, K. Ein Vorſchlag zur Anordnung feuerſicherer und vor Verqualmung geſchützter Treppen. Deutſche Bauz. 1894, S. 141.
Zur Anordnung feuerſicherer und vor Verqualmung geſchützter Treppen. Deutſche Bauz. 1894, S. 204.
Geſtell zur Aufhängung von Spritzenſchläuchen. Centralbl. d. Bauverw. 1894, S. 352.
FOGL, E. Ueber Feuerſicherheit der Bauarten. Deutſches Baugwksbl. 1894, S. 134, 148.
Fire eſcapes. Architecture and building, Bd. 21, S. 119.
Selbſtthätige Feuerlöſcheinrichtung (Syſtem GRINNELL). Zeitſchr. f. Arbeiter-Wohlf. 1894, S. 21.
Ueber die Sicherungen von Eiſenkonſtruktionen in Gebäuden gegen Feuer. Deutſche Bauz. 1895, S. 274.
HOPPMANN, E. Der Feuerſchutz der Eiſenkonſtruktionen im Lagerhauſe der Oelfabrik zu Rothenburgsort bei Hamburg. Deutſche Bauz. 1895, S. 290.
LEONHARDT, O. Feuermelde- und Löſch-Vorrichtungen. Geſundh.-Ing. 1890, S. 145.
Ueber feuerfeſte Thüren. Maſchinenbauer 1890, S. 278.
STUDE & REICHEL. Bericht über die am 9., 10. und 11. Februar 1893 in Berlin vorgenommenen Prüfungen feuerſicherer Baukonſtruktionen etc. Berlin 1893.
MÜHLKE, C. Die Brandproben feuerſicherer Baukonſtruktionen vom 9. bis 11. Februar 1893. Deutſche Bauz. 1893, S. 224, 241, 246.
Sicherheitsapparate für Feuersgefahr. Baugwks.-Ztg. 1893, S. 302.
Feuerſichere Thüren und Umkleidungen. Baugwks.-Ztg. 1893, S. 760.
Feuerhahn mit Schlauchtrommel. Journ. f. Gasb. u. Waſſ. 1893, S. 521.
OHRT, B. Der Speicherbau in Amerika und die Maaßregeln gegen Feuersgefahr bei dieſen Bauten. Deutſche Bauz. 1894, S. 37.
Ferner:
Archiv für Feuerſchutz-, Rettungs- und Verſicherungsweſen etc. Red. von W. DOEHRING. München. Erſcheint ſeit 1884.
Archiv und Centralblatt für Feuerſchutz, Rettungs-, Feuerlöſch- und Verſicherungsweſen. Leipzig. Erſcheint ſeit 1883.
Fire and water. Fire protection and water ſupply. Hydraulic and municipal engineering. New-York. Erſcheint ſeit 1879.

---

2. Kapitel.

Blitzableiter.

119. Wert der Blitzableiter.

Obwohl der Blitzableiter bereits weit über 100 Jahre in Anwendung iſt, müſſen wir uns doch geſtehen, daß die Theorie über die Wirkſamkeit desſelben bis jetzt noch keine feſtſtehende und unanfechtbare iſt. Nachdem im Jahre 1877 die

Blitzableitung der *Petri*-Kirche zu Berlin, welche auf Grund der Beratungen einer wiſſenſchaftlichen Kommiſſion mit beſonderer Sorgfalt konſtruiert war, ſich ſo wenig bewährt hatte, daß ein einſchlagender Blitzſtrahl abſprang und ein Fallrohr als Ableitung wählte; als ferner ein Blitzſtrahl das mit einem faſt neuen Ableiter verſehene Schulhaus zu Elmshorn in Holſtein [242]) traf — da brach eine völlige Panik herein, und von vielen Privat- und öffentlichen Gebäuden wurden die Blitzableiter ſchleunigſt heruntergenommen. Dies hieß nun allerdings, das Kind mit dem Bade ausſchütten. Die Erfahrung lehrt ausreichend, daß die Blitzableiter, auch ſelbſt wenn ſie noch nicht die beſten bis jetzt bekannten Bedingungen erfüllten, ein wirkſames Schutzmittel geweſen ſind; gerade die beiden genannten Fälle beweiſen dies. Der Turm der *Petri*-Kirche, welcher ganz aus Eiſen konſtruiert iſt, hatte keine Auffangeſtange, indem man irrtümlich angenommen hatte, dieſelbe ſei überflüſſig; in Elmshorn war eine ſolche vorhanden, hatte aber keine Spitze; auch waren in beiden Fällen die eigentlichen Leitungen fehlerhaft angelegt.

Worin beſtand denn nun der hier verurſachte Schaden? An der *Petri*-Kirche wurde ein Fallrohr unbedeutend beſchädigt, in Elmshorn ebenfalls; auch wurde längs eines eiſernen Trägers der Deckenputz etwas aufgeriſſen. Nun vergleiche man damit tauſende von anderen Fällen, wo der Blitz Gebäude ohne Ableitung getroffen hat.

Im Jahre 1561 wurde der prächtige Turm des Münſters zu Freiburg, im Jahre 1865 derjenige der *Lorenz*-Kirche zu Nürnberg und 1845 die oben genannte *Petri*-Kirche zu Berlin durch Blitzſchlag völlig zerſtört. Der Münſterturm zu Straßburg wurde wiederholt getroffen; das Kirchendach daſelbſt brannte 1759 nach einem Gewitter ab; 1760 wurde der Turm weſentlich beſchädigt; nachdem aber 1833 eine Ableitung angelegt war, hat man von Blitzſchäden nichts wieder gehört.

In der engliſchen Marine wurden nach *Snow-Harris* innerhalb 5 Jahren 40 Linienſchiffe, 20 Fregatten und 10 Korvetten durch Blitzſchläge kriegsunfähig gemacht; ſeitdem aber bei derſelben die Blitzableiter eingeführt wurden, ſind derartige Beſchädigungen äußerſt ſelten geworden.

Nach dem Berichte der Kgl. Regierung zu Schleswig vom 30. November 1881 ſind in ihrem Bezirke in der Zeit von 1874—80 515 Gebäude vom Blitze getroffen. Sechs davon waren durch Blitzableitungen geſchützt; jedoch wurde in zweien dieſer Fälle feſtgeſtellt, daß die Anlage der Ableitung mangelhaft geweſen war, und in den übrigen 4 Fällen war gar keine oder doch nur eine unbedeutende Beſchädigung der Gebäude eingetreten.

Die Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin bezeichnet es in ihrem Gutachten vom 2. Auguſt 1880 als eine durch die Erfahrung eines ganzen Jahrhunderts feſtſtehende Tatſache, die kaum noch einer weiteren Begründung bedürfe, daß ſachgemäß angelegte Blitzableiter, wenn auch nicht unbedingt, ſo doch in ſehr hohem Maße die Blitzgefahr für die mit ihnen verſehenen Baulichkeiten beſeitigen.

Dies ſind gewiß Gründe genug, um eine wahrhaft geniale Erfindung nicht ohne weiteres fallen zu laſſen, ſondern ſie durch unausgeſetzte Beobachtung und ſtetige Verbeſſerung dahin zu bringen, daß ſie nicht nur in den meiſten, ſondern in allen Fällen wirkſamen Schutz bietet.

120. Vorgänge bei Gewittern.

Ehe wir nun zur Konſtruktion der Blitzableiter übergehen, müſſen wir uns die Vorgänge bei einem Gewitter klar zu machen verſuchen, ſoweit dies nach den bis jetzt noch nicht abgeſchloſſenen theoretiſchen Unterſuchungen möglich iſt.

Die ruhige, klare Luft iſt ſtets poſitiv elektriſch, ebenſo auch der Nebel. Geht die Verdunſtung und die Wolkenbildung, welche durch Abkühlung in kälteren Luftſchichten hervorgerufen wird, ſehr ſchnell vor ſich, ſo wird die vorhandene Elektrizität in folgender Weiſe bedeutend vermehrt.

Bei der Ausſcheidung des verteilten Waſſerdampfes zu Dunſtbläschen konzentriert ſich nach *Peltier* [243]) auf ein ſolches Bläschen die Elektrizität des umgebenden Raumes, wodurch es eine bedeutende elektriſche Spannung erhält.

[242]) Siehe: Zeitſchr. f. Bauw. 1877, S. 560

[243]) Siehe: Peltier, A. *Obſervations et recherches expérimentales ſur les cauſes qui concourent à la formation des trombes.* Paris 1840.

Durch eine gefättigte, etwas leitende Luft getrennt, bilden viele folcher Bläschen Anhäufungen mit einer gemeinfamen elektrifchen Schicht und diefe Anhäufungen wieder den gemeinfamen elektrifchen Körper der Gefamtwolke. Letztere läßt fich daher weder mit einem feften Konduktor, der nur auf der Oberfläche elektrifch ift, noch mit einem Ifolator, deffen Teilchen elektrifch nicht genau in Verbindung ftehen, vergleichen; fondern fie ftellt einen ungeheueren Behälter gleich geladener Teilchen dar, deren Elektrizität fich plötzlich, z. B. dadurch, daß viele Bläschen fich zu einem Regentropfen von vielleicht hundertmal kleinerer Oberfläche vereinigen, noch weiter verftärkt und nun nach der Außenfeite der Wolke abgegeben wird, um endlich als gemeinfamer Blitz überzufpringen.

Die Erde hat keine eigene Elektrizität, fondern wird erft durch diejenige der Wolken infolge der Verteilungselektrizität oder Influenz elektrifch, und zwar ftets entgegengefetzt. Ebenfo ift es mit den auf der Erde befindlichen Gegenftänden, insbefondere in den Häufern und ihren Metallmaffen, deren Ladung nicht überfehen oder unterfchätzt werden darf.

Entfprechend der Elektrizität der ruhigen Luft und der Nebel find die Wolken vorherrfchend pofitiv elektrifch, infolgedeffen die Erde vorwiegend negativ.

Die negativ elektrifchen Wolken find die felteneren und vielleicht nur durch Influenz geladen.

Die Erdelektrizität ftrömt durch die Wipfel hoher Bäume, durch die Schiffsmaften, durch die Flamme eines brennenden Feuers und andere fpitze Gegenftände, fobald diefelben eine gewiffe Leitungsfähigkeit befitzen, in die umgebende pofitiv geladene Luft ab. Gefchieht die Ausgleichung fehr langfam oder ift die Ladung eine fehr fchwache, fo wird das Auge nichts davon gewahr; im anderen Falle findet eine fchwache, andauernde Lichterfcheinung ftatt, das St. Elmsfeuer, welches fich hauptfächlich an den Spitzen der Gebüfche und Bäume, fowie an den Schiffsmaften zeigt.

Der Blitz ift diejenige Lichterfcheinung, welche bei ftarker und plötzlicher Ausgleichung der pofitiven und negativen Elektrizität fichtbar wird. Er kann fowohl zwifchen der pofitiven Wolke und der negativen Erde, als auch zwifchen beiden Wolken fich zeigen. Im letzteren Falle kann gleichzeitig ein Rückfchlag durch das plötzliche Aufhören der Influenz entftehen; alsdann wird zwifchen Erde und Wolke ein zweiter, fchwächerer Blitzftrahl überfpringen.

In der Regel werden vom Blitz die höchften Punkte des durch Influenz geladenen Bezirkes getroffen. Die Kirchtürme find befonders der Gefahr ausgefetzt, an den Häufern diejenigen Schornfteine, welche den Firft überragen. Nächftdem find es die Giebelfpitzen, namentlich wenn, wie bei Scheunen, ein Schornftein fehlt. Hiermit find von vornherein die Punkte gegeben, welche in erfter Linie zu fchützen find[244]).

121. Wirkfamkeit des Blitzableiters.

Diefer Schutz wird erreicht durch das Anlegen eines Blitzableiters.

Derfelbe wurde im Jahre 1752 von *Franklin* entdeckt, welcher einen aus Seidenzeug konftruierten Drachen mit metallener Spitze an einer Hanffchnur während eines Gewitters auffteigen ließ. Die Schnur war an einem eifernen Schlüffel befeftigt. Wie man fich leicht denken kann, war von Elektrizität nichts zu bemerken, da die Hanffchnur nicht leitete. Als aber ein Regen eintrat und die Schnur naß wurde, da änderte fich die Sache, und es gelang, dem Schlüffel Funken zu entlocken. *De Romas* nahm für einen ähnlichen Drachen eine mit Draht durchflochtene Seidenfchnur und erzielte Funken von bedeutender Länge.

Der erfte Blitzableiter wurde von *Franklin* auf feinem eigenen Haufe im September des Jahres 1752 aufgeftellt, in Deutfchland der erfte 1769 zu Hamburg auf dem *Jacobi*-Kirchturm.

Nach neueren Forfchungen fcheint der katholifche Geiftliche *Prokop Divis*, 1696 zu Senftenberg in Böhmen geboren, bereits vor *Franklin* einen Blitzableiter konftruiert zu haben.

Der Zweck des Blitzableiters befteht darin, für die Ausgleichung zwifchen der Erd- und der Wolkenelektrizität einen gefahrlofen Weg darzubieten. Früher war man der Meinung, daß er einen großen Teil der Elektrizität langfam und unmerklich abzuführen imftande fei, mithin das Zuftandekommen vieler Blitzfchläge verhindere, ähnlich wie Bäume und Maften das St. Elmsfeuer entftrömen laffen. Nach neueren Forfchungen ift aber die in einer Wolke aufgefpeicherte Elektrizität

[244]) Zahlreiche Zeichnungen von Blitzfchlägen in Gebäuden gibt *F. Findeifen* in: »Rathfchläge über den Blitzfchutz der Gebäude unter befonderer Berückfichtigung der landwirtfchaftlichen Gebäude«. Berlin 1899.

ſo groß, daß auf eine derartige Wirkung nicht zu rechnen iſt. Der Blitzableiter hat daher nur die Beſtimmung, dem auf ein Gebäude überſpringenden Blitzſtrahle den Weg vorzuzeichnen.

Unter den zahlreichen Vorſchlägen für den Blitzſchutz ſind folgende zwei hervorzuheben:

1) Das *Gay-Luſſac*'ſche Syſtem: die Gebäude werden mit einer oder wenigen, dafür aber hohen Auffangeſtangen verſehen; von denſelben führen wenige, aber ſtarke Leitungen zur Erde herab.

2) Das *Melſens*'ſche Syſtem: An viele niedrige Spitzen ſchließen zahlreiche dünne Luftleitungen an, welche wie ein Käfig das Gebäude umgeben [246]).

Welches Syſtem das richtige iſt, hat ſich noch nicht herausgeſtellt. Nach dem erſtgedachten hat man über 100 Jahre gebaut, und verhältnismäßig wenige Fälle ſind bekannt geworden, in denen es den Blitzſchlag in ein Gebäude nicht verhütet hat. Aber auch bei dieſen iſt ſtets ein erheblicher Schutz feſtzuſtellen geweſen; faſt immer waren die Beſchädigungen gering. *Meidinger* u. a. nehmen eine vermittelnde Stellung ein, wie dies auch im nachfolgenden geſchehen ſoll. *Maxwell* verwirft die Auffangeſtangen ganz, weil ſie nur die Blitzgefahr für das betreffende Gebäude erhöhten.

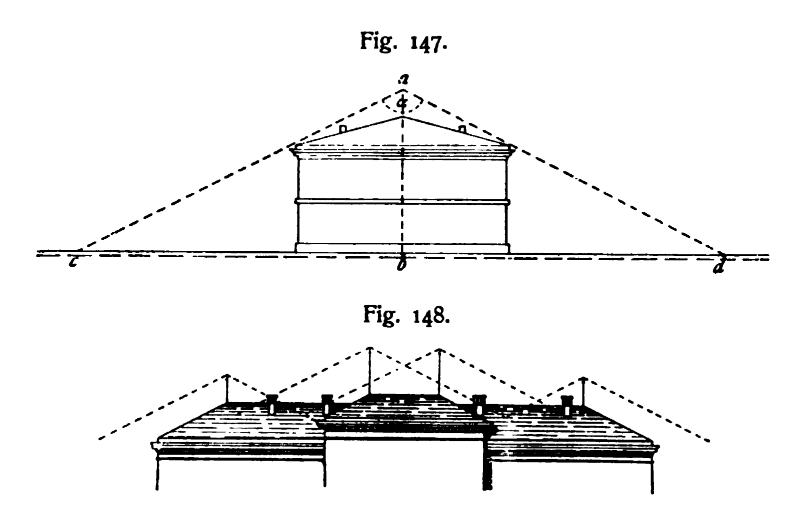


Fig. 147.

Fig. 148.

Jedenfalls wird der Architekt gut tun, ſich an das Bewährte ſo lange zu halten, bis Neueres durch die Praxis als beſſer und ſicherer erprobt iſt.

122. Anordnung der Auffangeſtangen.

Gehen wir nun zur Konſtruktion einer Blitzableitung über. Man unterſcheidet an derſelben: a) den auffangenden, b) den fortleitenden und c) den abgebenden Teil.

Der auffangende Teil hat in einer Auffangeſtange nebſt Spitze zu beſtehen. Auch bei einem eiſernen Turme dürfen ſie nicht fortbleiben, falls derſelbe nicht ſelbſt in eine ſcharfe Spitze ausläuft, welche alle an eine Auffangeſtange zu ſtellenden Anforderungen erfüllt.

Wie viele Auffangeſtangen ſoll man nun auf ein Gebäude ſtellen? Die Theorie gibt hierüber bisher keine Antwort. Praktiſch aber hat man ſich aus der Beobachtung von Blitzen, welche in der Nähe von Auffangeſtangen eingeſchlagen ſind, eine Regel gebildet. Dieſelbe lautet: Iſt ab (Fig. 147) die Höhe der Spitze über dem Gelände, ſo ſchützt dieſelbe nach jeder Richtung hin höchſtens auf eine Entfernung $bc = 2ab$. Das Dreieck acd, welches wir auf der Zeichnung ſehen, iſt in der Wirklichkeit ein Kegel, welchen man den Schutzkegel nennt. Den Winkel α nennt man den Schutzwinkel. Kein Teil des Gebäudes darf über den Schutzkegel hinausragen. Hat man daher ein größeres Gebäude zu ſchützen (Fig. 148), ſo

[246]) *Melſens* ſchützte 1865 das Brüſſeler Rathaus durch 428 Spitzen.

müssen so viele Stangen aufgestellt werden, daß die Dachfirste noch überall innerhalb der Schutzkegel liegen [246]).

Höher als 5 m nimmt man die Auffangestangen nicht gern, weil entweder die der Dachdeckung schädlichen Schwankungen durch den Wind zu groß werden oder, wenn man diese vermeiden will, die Stange zu stark konstruiert werden muß.

Nach der umstehenden Abbildung scheint es sparsamer zu sein, die Auffangestange in die Mitte des Firstes zu stellen. Dies ist aber weniger empfehlenswert, weil die sog. Anfallspunkte der Walme, welche gewissermaßen Spitzen in der Dachfläche bilden, der Blitzgefahr am meisten ausgesetzt sind.

Für die Wohnhäuser wird die angegebene Regel ausreichend sein. Bei sehr hohen Gebäuden wird man gut tun, den Winkel α kleiner zu nehmen; bei Türmen soll derselbe in der Regel nur 90 Grad betragen. Ist ein Turm aber sehr hoch — eine bestimmte Grenze läßt sich nicht angeben — so genügt auch dies nicht. Eine elektrische Wolke kann sehr wohl, insbesondere in hoch gelegenen Orten, tiefer ziehen als die Turmspitze und sich über dem Dache des Kirchenschiffes entladen. Deshalb muß auch der Walm bei *a* (Fig. 149) eine Auffangestange erhalten, ebenso auch ein Haus *B*, obwohl es innerhalb des Schutzkegels liegt, namentlich wenn dasselbe sich auf der Wetterseite des Turmes befindet. Gebäuden, bei denen man besonders ängstlich ist, wie z. B. Pulverfabriken, wird man lieber eine Auffangestange zu viel als zu wenig geben [247]).

Fig. 149.

Bei Pulvermagazinen verzichten die deutsche und die österreichische Militärverwaltung auf die Auffangestangen und überziehen das Gebäude käfigartig mit Drahtseilen.

Bei flachen Dächern, namentlich Holzzementdächern, wird man gut tun, sich mehr dem *Melsens*'schen Systeme zu nähern und die einzelnen Schornsteinköpfe mit niedrigen Auffangestangen zu versehen.

123. Auffangespitze.

Wenden wir uns zur Konstruktion der Auffangestangen, so stoßen wir wieder auf sehr verschiedene Ansichten. Die einen legen besonderen Wert auf die Erhaltung einer scharf auslaufenden Spitze und fertigen sie deshalb aus Silber an, das die größte Leitungsfähigkeit besitzt [248]), oder Platin, bei dem der Schmelzpunkt am höchsten liegt [249]). Silber aber oxydiert sehr leicht [250]), wo der atmosphärischen

---

[246]) In neuerer Zeit sind mehrere Blitzschläge bekannt geworden, welche Gebäude innerhalb dieses Schutzkegels getroffen haben. Ob hierbei Fehler der Leitung, namentlich der Bodenleitung, Schuld gewesen, ist nicht genügend festgestellt. *Holtz* u. a. schlagen deshalb vor, den Winkel *a* nicht größer als 90 Grad zu nehmen.

[247]) Die „Anleitung für die Anlage von Blitzableitern auf Militärhochbauten“ (Berlin 1893) schreibt vor: „Alle hoch gelegenen Spitzen und über die Dachfläche vorspringenden Teile eines Gebäudes, ferner die Firstenden und sonstigen hoch gelegenen Ecken der Dachflächen sollen noch im einfachen Schutzraum einer Stangenspitze liegen. Bei merklich tiefer gelegenen Ecken genügt die Annahme eines $2^1/_2$fachen Schutzraumes.

Gemauerte Schornsteine, welche nicht unmittelbar neben einer hohen Auffangestange liegen, werden in Rücksicht auf entströmende Heizgase, welche ähnlich wie die Spitzen eine anziehende Wirkung auf den Blitz ausüben, am besten mit besonderen kleinen Nebenstangen — Essenschutzstangen — versehen“.

[248]) Dieselbe übertrifft die Leitungsfähigkeit des reinen Kupfers um das 1,36-, Goldes um das 1,61-, Eisens um das 7,7- und Platins um das 9,6-fache.

[249]) Der Schmelzpunkt für Platin ist 2600, Eisen 1600, Kupfer 1170, Gold 1100 und Silber 1000 Grad C.

[250]) Nach der schwereren, bezw. leichteren Oxydierbarkeit ordnen sich die Metalle wie folgt: Gold, Platin, Silber, Kupfer, Eisen; diese Reihenfolge ändert sich jedoch, sobald der reinen atmosphärischen Luft irgend welche fremdartige Gase beigemischt werden.

Fig. 150.

Luft ſchwefelige Gaſe beigemiſcht ſind, was in der Nähe rauchender Schornſteine immer der Fall iſt; Platin wird wegen ſeines großen Leitungswiderſtandes durch den Blitzſchlag doch recht oft abgeſchmolzen; beide Metalle ſind teuer. Kupfer eignet ſich wegen ſeines Leitungsvermögens und geringer Schmelzbarkeit recht gut, ebenſo aber auch verzinktes Eiſen. Kohlenſpitzen ſind zu verwerfen. *W. v. Siemens* empfiehlt kugelförmige Endigung. Da bisher aber gegen die bewährten Spitzen keine Bedenken vorliegen, wird man lieber dieſe wählen, ſie aber nicht zu ſcharf auslaufen laſſen.

Eine Spitze muß abnehmbar ſein, um ſie nach Beſchädigungen durch Blitzſtrahl erſetzen zu können (Fig. 150).

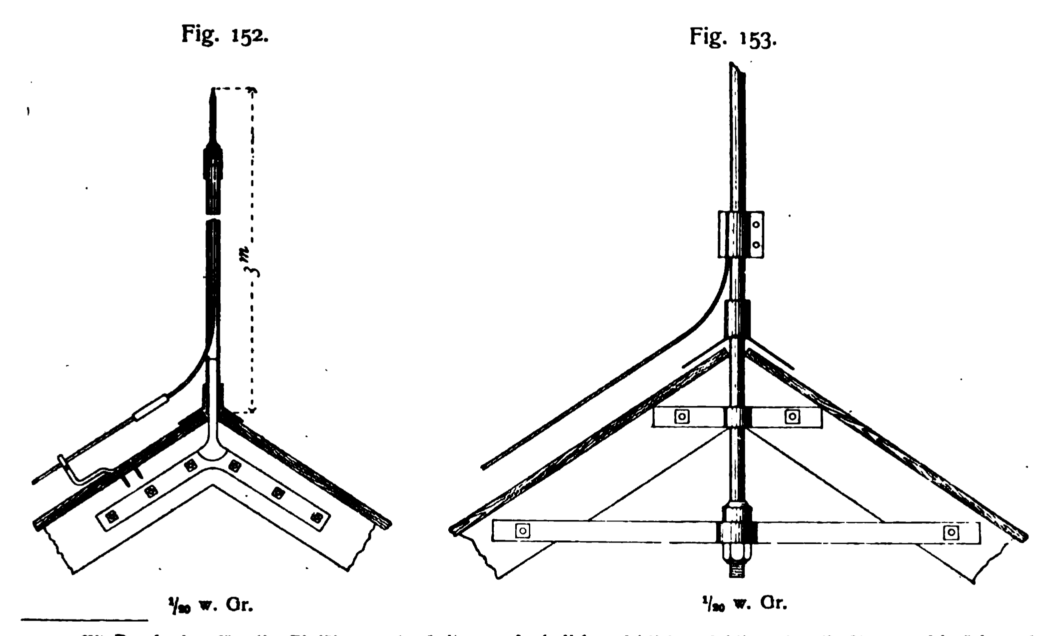
Eine kupferne Spitze (Fig. 151) würde man 13 mm dick und 200 mm lang ausführen, oben zugeſpitzt und auf 26 mm Länge vergoldet.

Fig. 151.

Häufig werden Auffangeſtangen mit 3 bis 5 in einem Bündel vereinigten Spitzen angewendet (Fig. 151). Dies iſt aber koſtſpielig, da nur die lotrechte Spitze zur vollen Wirkung kommt. Eine in einem Scharnier bewegliche Spitze, welche in lotrechter Stellung gut funktionierte, verlor ihre Wirkung, je mehr ſie geneigt wurde (Verſuch des Pater *Beccaria* 1753).

Die Auffangeſtange ſelbſt wird meiſtens aus Eiſen angefertigt. Vielfach werden dazu eiſerne Gasröhren genommen (Fig. 152), innerhalb deren die kupferne Ableitung hinaufgeht, welche dann in der Kupferſpitze verlötet iſt. Dieſe Konſtruktion hat den großen Vorteil für ſich, daß Spitze und Leitung durchweg aus demſelben Material beſtehen[251]. Noch häufiger macht man die Auffangeſtangen aus Rundeiſen, welches bei 2 m Höhe mindeſtens 20 mm, bei 5 m Höhe 30 mm ſtark ſein 124. Auffangeſtange.

Fig. 152. Fig. 153.



$^1/_{20}$ w. Gr. $^1/_{20}$ w. Gr.

[251]) Durch den für die Einführung der Leitung erforderlichen ſeitlichen Schlitz wird die Stange geſchwächt und bricht an dieſer Stelle leicht ab. Hiernach iſt die Wandſtärke der ganzen Röhre zu bemeſſen oder die geſchwächte Stelle durch eine übergeſchobene Muffe mit ſeitlichem Loch zu verſtärken.

muß. Verzierungen, in denen ſich der Wind feſtſetzen kann, muß man möglichſt vermeiden, da ſonſt ſtarke Schwankungen entſtehen, welche die Dichtung des Daches erſchweren.

Die Ableitung wird an der Stange mit Hilfe einer angeſchraubten Hülſe befeſtigt, in welche ſie eingelötet iſt (Fig. 153). Hierbei hat man dieſelbe ſo hoch zu ſetzen, daß die Ableitung eine ſchlanke Kurve bildet.

Bei dieſer Konſtruktion bildet ſich zwiſchen Stange und Ableitung leicht eine Roſtſchicht, welche die Leitungsfähigkeit ſtört. *Zwarg* in Freiberg vermeidet dies durch die Verbindung in Fig. 154. Beſſer iſt es, auch bei einer maſſiven Stange eine unmittelbare Verbindung zwiſchen der Kupferſpitze und der kupfernen Leitung zu haben. Hierfür ſind die folgenden Arten geeignet.

Fig. 154.

1) Die von der Generalinſpektion des Ingenieurkorps und der Feſtungen zu Berlin vorgeſchlagene (Fig. 155).

Die Spitze iſt ganz von Kupfer und am oberen Teile ſtark vergoldet. In dieſe wird das Kupferſeil eingelötet. Mittels kupferner Klammer wird die Spitze nebſt Seil an der eiſernen Auffangeſtange befeſtigt.

2) Konſtruktion von *Gebr. Mittelſtraß* in Magdeburg (Fig. 156).

Zwiſchen Kupferſpitze und Auffangeſtange iſt ein kupferner Winkel feſt eingeſchraubt, an welchen wiederum das in eine röhrenartige Hülſe eingelötete Kupferſeil befeſtigt iſt. So wird eine ununterbrochene Kupferleitung hergeſtellt, welche leicht nachgeſehen werden kann [252]).

3) Konſtruktion von *Zwarg* in Freiberg (Fig. 157).

Die oben gebogene eiſerne Stange trägt eine Hülſe, welche in eine mit Spitze verſehene Schraube endigt. In die Hülſe wird der Draht eingelötet und geht ohne Kurve glatt herunter, während auf die Schraube eine kupferne Spitze mit Platinendigung geſteckt wird. Muß die Spitze zur Neuvergoldung oder Reparatur abgenommen werden, ſo bildet die Schraube ſo lange eine Reſerveſpitze.

Fig. 155. Fig. 156. Fig. 157.

1/4 w. Gr.

Eine gut verlötete Zinkkapſel ſchützt den Durchgang durch das Dach gegen das Hineinſickern des Meteorwaſſers (Fig. 153).

Am Dachgeſpärre iſt die Stange durch ein Quereiſen befeſtigt, welches in der Mitte einen Hals hat, auf dem der Rand derſelben aufruht und durch welchen die ſchraubenförmige ſchwächere Endigung geſteckt und mit einer Mutter feſtgehalten wird. Am Firſt befindet ſich ein Halseiſen.

Die Stange in zwei Schenkel auslaufen zu laſſen, welche oben auf die Sparren geſchraubt ſind, empfiehlt ſich nicht, da dieſe Schenkel mit ihren vortretenden Schraubenmuttern die am Firſt meiſt notwendige Dachſchalung hindern. Derartige Schenkel dürfen nur ſeitlich an den Sparren angebracht werden (Fig. 152).

Andere Befeſtigungsarten werden ſich je nach der Dachkonſtruktion leicht erfinden laſſen.

Es fragt ſich nun, wieweit man wohl die Auffangeſtangen in das Dach hinein reichen laſſen dürfe? Stangen von 5 m Länge und mehr, wie ſie gleichzeitig als Flaggenſtangen benutzt werden, können auf die eben beſchriebene Art nicht befeſtigt werden.

Bei Gebäuden, welche weder große Metallmaſſen, noch Gas- und Waſſerleitung haben, iſt es ganz unbedenklich, die eiſerne Auffangeſtange ſo tief hinab-

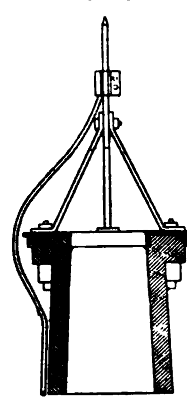
[252]) Siehe: Gebr. Mittelstrasz. Der Blitzableiter nach den neueſten Erfahrungen und zweckmäßigſten Konſtruktionen. Magdeburg 1889.

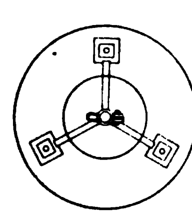
reichen zu laſſen, als es gut ſcheint. Befinden ſich aber z. B. unter der Dachbalkenlage eiſerne I-Träger, oder iſt unterhalb des Blitzableiters ein eiſerner Waſſerbehälter im Dachraume in nicht großer Entfernung aufgeſtellt, oder geht eine Gasleitung unter demſelben fort, dann iſt äußerſte Vorſicht geboten; denn leicht würde der Blitz auf derartige Metallmaſſen überſpringen und etwa dazwiſchen liegende Dachhölzer, Fußböden etc. entzünden. In ſolchem Falle würde man lieber hölzerne Stangen wählen, was ſich überhaupt für Flaggenſtangen mehr empfiehlt, da eiſerne ſchwer und teuer werden und die Ableitungen an dieſen herunterführen.

Die Flaggenſtange endigt in eine eiſerne oder kupferne Auffangeſtange, an welcher die Ableitung mittels Klemmplatte befeſtigt iſt.

Über Schornſteinen wird ein dreibeiniges Geſtell befeſtigt (Fig. 158), welches mit einer Hülſe die Auffangeſtange umfaßt. Will man letztere ſeitlich anbringen, ſo muß man ſie unten umgebogen einmauern und mit Halseiſen befeſtigen. Da die Rauchgaſe das Eiſen bald angreifen, ſo ſetzt man die Stange wegen des herrſchenden Windes auf die Südweſtſeite; *Wieſenthal* in Aachen umgibt ſie außerdem noch mit einer Zinkhülſe, das Karlswerk in Bunzlau mit einer Glashülſe. Für die *Krupp*'ſchen Werke in Eſſen werden die Auffangeſtangen maſſiv aus Kupfer angefertigt, ohne Vergoldung der Spitzen.

Fig. 158.





Nachdem man von den eine Zeitlang beliebten Meſſingleitungen gänzlich zurückgekommen iſt, weil dieſe bald brüchig wurden, wählt man jetzt entweder Eiſen oder Kupfer. Allgemein läßt ſich die Frage, welches der beiden Materialien ſich beſſer eignet, keineswegs beantworten. Dies iſt eine örtliche Frage, bei welcher die Beſtandteile der umgebenden Luft maßgebend ſind. In reiner Land- und Gebirgsluft iſt Eiſen ſehr wohl ohne Schutz anzuwenden; in Städten, namentlich in der Nähe von Schornſteinen und Lüftungsſchloten von Abortgruben, Aborten etc., wird man das Eiſen verzinkt verwenden müſſen; in der Umgebung von Fabrikſchornſteinen aber, beſonders dann, wenn die Rauchgaſe ſchwefelhaltig ſind, bleibt nur die Anwendung von Kupfer übrig. 125. Leitungen.

Auf den ausgedehnten *Krupp*'ſchen Werken in Eſſen, deren zahlreiche Blitzableiter von einem eigenen Elektrotechniker genau beobachtet werden, haben ſich eiſerne Fangſtangen und Leitungen, auch wenn dieſelben verzinkt waren, nicht bewährt, ſo daß nur noch Kupfer verwendet wird, und zwar als maſſiver Draht.

Kupfer und Eiſen werden teils in Form von geflochtenen Seilen, teils als maſſive Drähte, bezw. Stangen zu Ableitungen gewählt.

Sehr verbreitet iſt die Anwendung von 12-fach geflochtenen Kupferdrahtſeilen, welche meiſtens aus einzelnen Drähten von 2,00 bis 2,50 mm Stärke zuſammengeſetzt ſind.

Ein ſolches Seil hat folgende Vorzüge:

1) Bei den Drähten kommen häufig brüchige Stellen vor, welche ſchwer zu entdecken ſind; bricht ein Draht im Kabel, ſo verurſacht dies keinen Schaden, während ein Bruch der maſſiven Ableitung die Kontinuität aufhebt [253]).

2) Ein Kabel iſt ſehr biegſam, läßt ſich für den Transport bequem zuſammenrollen und leicht

[253]) Aus demſelben Grunde verwendet die deutſche Reichstelegraphen-Verwaltung bei ihren unterirdiſchen Telegraphenleitungen innerhalb der Kabel nicht einzelne ſtarke Drähte, ſondern ſieben Stück ſiebendrähtige Kupferſeile.

beim Anbringen wieder ſtraff ziehen, was bei einem 7 mm ſtarken Draht ſchon recht erhebliche Schwierigkeiten macht.

Ein Nachteil dagegen iſt der, daß ein Seil von der Witterung und den Rauchgaſen mehr angegriffen wird als ein Draht.

Kupferne Drähte von 4,50 mm ſind durch Blitze geſchmolzen worden; um ſicher zu gehen, wird man ſie 8 mm ſtark machen, ihnen alſo 50 qmm Querſchnitt geben müſſen. Ein ſolcher Draht läßt ſich noch biegen und hat erfahrungsgemäß bisher völlig ausgereicht.

Ein 12-faches Seil von 2 mm ſtarken Drähten entſpricht einem maſſiven Kupferdraht von 6,50 mm, ein ſolches von 2,50 mm Drähten einem Drahte von 8,50 mm Durchmeſſer.

Dem eiſernen Blitzableiter wird man einen größeren Querſchnitt geben müſſen, da die Leitungsfähigkeit des Eiſens nur $^1/_6$ von der des Kupfers beträgt. Am meiſten wird ſich hierzu verzinktes Rundeiſen empfehlen, das den Witterungseinflüſſen die geringſte Oberfläche bietet und das Abſpringen des Funkens weniger ermöglicht als Quadrat- oder Bandeiſen. Der Durchmeſſer desſelben wird alſo 10 bis 15 mm betragen.

Ein eiſernes Drahtſeil muß einen etwas größeren Durchmeſſer haben, etwa 15 mm.

Die mehrfach (z. B. von *Nippold*) vertretene Anſicht, daß bei Beſtimmung des Querſchnittes die Schmelzbarkeit, nicht die Leitungsfähigkeit zu Grunde zu legen ſei, mithin eiſerne Leitungen denſelben Querſchnitt erhalten dürften wie kupferne, vermögen wir nicht zu teilen [254]).

Fig. 159.

Die Vorteile einer Kupferleitung vor einer eiſernen beſtehen darin, daß infolge der Biegſamkeit der erſteren das Anbringen leichter iſt und, da Kupferdraht in großen Längen zu haben iſt, weniger Stoßverbindungen vorkommen.

Ein Haupterfordernis für jede Leitung iſt, daß ſie möglichſt aus einem Stück beſtehe, weil jede Stelle, an welcher der Funke ſichtbar wird, das Material angreift.

Für Kupferdraht und -Seile empfiehlt ſich am meiſten, an der Stelle des Stoßes beide Enden ganz glatt zu feilen und eine kurze eiſerne Röhre überzuſchieben, in welche beide Enden ſo verlötet werden, daß weder Regen noch Luft eindringen kann.

Da wo eine Zweigleitung im rechten Winkel abgeht, ſind T-Stücke (Fig. 159) anzuwenden.

Eiſerne Leitungen verſchraubt man an den Stößen mit den bei Gasleitungen gebräuchlichen Muffen, welche innen mit dem ſog. Gasgewinde verſehen ſind. Für kupferne Leitungen empfiehlt ſich die Verſchraubung weniger, da durch das Einſchneiden des Gewindes der Querſchnitt zu ſehr geſchwächt wird.

Biegungen im rechten Winkel oder gar in einem ſpitzen ſind durchaus zu vermeiden, da an jeder in der Leitung entſtehenden Spitze der Funke leicht abſpringen wird. Am beſten geſtaltet man ſie kreisbogenförmig mit einem Durchmeſſer von wenigſtens 40 cm.

Auf dem Dache bringt man die Leitung dicht neben dem Dachfirſt an. Auf dem Firſt geht es bei den meiſten Deckungsarten nicht ohne Nachteile für das Dichthalten. Die Befeſtigung auf dem Dache geſchieht durch eiſerne Stützen in etwa 2 m Entfernung, wobei man zu beachten hat, daß ein Stoß nicht auf oder in

---

[254]) Vergl.: POGGENDORF's Annalen, Bd. 154 (1875), S. 299.

die Nähe einer Stütze treffen darf. Dieſelben werden entweder eingeſchlagen oder beſſer angeſchraubt.

Bei der Form derſelben hat man die Art der Dachdeckung genau zu berückſichtigen, um Undichtigkeiten möglichſt zu vermeiden (Fig. 160 u. 161). Die Leitung liegt in einem Schlitze, deſſen Backen man entweder oben zuſammenſchlägt oder durch einen eingeſteckten Splint verbindet (Fig. 161). Das gabelförmige Stück muß quer zur Leitung gerichtet ſein; mithin ſind die Stützen für die wagrechten und die abwärts führenden Leitungen verſchieden, was bei der Beſtellung zu beachten iſt. Bei Schieferdeckung iſt der Stütze eine Platte von Rollenblei unterzulegen, was ſich auch für Ziegeldächer empfiehlt; überhaupt iſt der Dichtung gegen das Einregnen große Aufmerkſamkeit zuzuwenden. Die lotrechte Leitung wird in der Steinmauer durch Bankeiſen befeſtigt, deren ſchrauben- oder ſchwalbenſchwanzförmiges Ende mit Zement eingeſetzt wird. Um mutwilligen Beſchädigungen kupferner Leitungen vorzubeugen, wird der über dem Erdboden befindliche Teil mit einer eiſernen, 2,50 bis 3,00 m langen Röhre umhüllt, die oben gegen das Einregnen mit Bleikapſel geſchloſſen wird und mindeſtens ſo tief hinabreicht, daß Aufgraben beim Pflaſtern nicht Gefahr bringt.

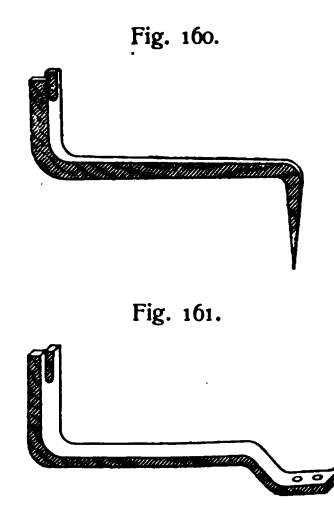

Fig. 160.

Fig. 161.

Die äußerſt wichtige Frage, ob man eine Leitung iſolieren ſoll oder nicht, hat eine genügende Beantwortung noch nicht gefunden. 126. Iſolierung der Leitungen. Unzweifelhaft iſt es, daß ebenſo wie die Erde auch alle Metallmaſſen eines Gebäudes durch Influenz elektriſch werden. Ob aber die Wirkung derſelben ſo ſtark werden kann, daß aus ihnen ein zündender Funke zur Erde oder zur Wolke überſpringen kann, iſt noch nicht feſtgeſtellt. Dies könnte nur infolge eines Rückſchlages geſchehen, indem die in einer Metallmaſſe angehäufte Elektrizität unmittelbar, nachdem ein Blitz an der Ableitung heruntergefahren iſt und die Spannung zwiſchen Erde und Wolke aufgehoben hat, nun ebenfalls ſich zu entladen ſtrebt. Genaue Beobachtungen über einen ſolchen Rückſchlag liegen noch nicht vor; hingegen ſind Fälle bekannt, in denen der Blitz ganz oder teilweiſe die Ableitung verlaſſen und ſich einen kürzeren Leiter oder einen ſolchen von größerem Querſchnitt geſucht hat. Daß die letztere Gefahr durch eine Verbindung der Ableitung mit den Metallmaſſen vergrößert wird, liegt auf der Hand. Will man ſie gegen den Rückſchlag ſchützen, dann muß man ſie auch vor dem Blitze ſelbſt bewahren und ihnen eine vollſtändige Ableitung in die Erde geben, wo dann ſelbſtverſtändlich eine Erdplatte notwendig wird.

Fig. 162.

In manchen Schriften wird empfohlen, alle Metallmaſſen eines Hauſes mit der Blitzableitung zu verbinden. Dies iſt leichter geſagt als getan; denn bei den zahlreichen I-Trägern, eiſernen Säulen, Verankerungen, Gas- und Waſſerleitungen, wie ſie die modernen größeren Gebäude zeigen, würde daraus ein ganzes Netz entſtehen, in welches das Haus gleichſam eingeſponnen würde. Ein Metalldach wird mit der Leitung durch die eiſernen Leitungsſtützen genügend verbunden ſein; geht dieſelbe in der Nähe eines Fallrohres herunter, ſo wird man auch dieſes durch gut angelötete, 4 bis 5 mm ſtarke verzinkte Drähte oben und in der Höhe von 3 m über dem Erdboden an die Leitung anſchließen, ebenſo Dachrinnen und Geſims-

abdeckungen. Liegt ein eiſerner Träger, der auf gleichen Säulen ruht, in ſeiner Nähe, dann wird man dieſen durch eine Zweigleitung mit der Hauptleitung verbinden, muß dann aber vom Säulenfuße aus eine Erdleitung führen. Auch eine nahe herantretende Hauswaſſerleitung, wenn ſie von Eiſen und nicht von Blei iſt, würde anzuſchließen ſein, falls es durchaus nicht zuläſſig iſt, die Blitzableitung in größerer Entfernung von derſelben anzulegen. Jede weitere Verbindung aber wäre unnütz oder ſchädlich, da ſie leicht einen einſchlagenden Blitz in ganz unerwünſchte Bahnen führen könnte. *Holtz* in Greifswald geht in dieſer Beſorgnis ſogar ſo weit, anſtatt der eiſernen Stützen hölzerne vorzuſchlagen, was ſich allerdings bei Stroh- und Rohrdächern (der ſog. „weichen Bedachung“) empfehlen wird, welche nach ſtatiſtiſchem Ausweiſe weit häufiger vom Blitze heimgeſucht werden als andere [255]).

Um dem einſchlagenden Blitze einen möglichſt kurzen Weg zu geben, würde es am beſten ſein, jede Auffangeſtange auch mit einer Ableitung zu verbinden. Indeſſen ſpricht bis jetzt die Erfahrung nicht dagegen, daß man eine Ableitung auf je zwei Auffangeſtangen rechnet, ſo daß alſo ein Haus mit vier Auffangeſtangen, die untereinander durch eine Firſtleitung zu verbinden ſind, zwei Ableitungen haben müßte [256]). Für Pulver- und Munitionsmagazine ſchreiben die deutſche und die öſterreichiſche Militärverwaltung Porzellaniſolatoren auf 1 m langen Holzſtützen vor.

Bei größeren Blitzableiteranlagen hat man dafür zu ſorgen, daß die einzelnen Stränge derſelben periodiſch auf ihre Leitungsfähigkeit unterſucht werden können. Hat man z. B. eine Kirche, welche auf dem Weſtturme und auf dem Chor je eine Auffangeſtange trägt, dazwiſchen eine Firſtleitung, ſo wird man die Firſtleitung von den beiden lotrechten Leitungen trennbar machen. An den Trennungsſtellen bringt man ſog. Ausſchalt- oder Meßmuffen an, aus zwei überblatteten und zuſammengeſchraubten Teilen beſtehend. In jedem der beiden Teile iſt je ein Ende der Luftleitung eingelötet. Beſondere Konſtruktionen für ſolche Muffen haben *Neeſen* und *Schöppe* erfunden [257]). Sehr oft werden auch die Erdleitungen von den Luftleitungen getrennt, wobei man die Muffen 2,20 m hoch über der Erde anbringt.

127. Erdleitung.

Wir kommen nun zum ſchwierigſten Teile: zur Erdleitung. Dieſe braucht nicht tiefer gelegt zu werden, als daß ſie bei etwa eintretenden Neupflaſterungen nicht beſchädigt wird.

In der Regel ſind die Gewitter mit Regengüſſen verbunden, wobei ſich ſchnell an der Erdoberfläche eine feuchte gut leitende Erdſchicht bildet, mit welcher man die Erdleitung durch eine oder mehrere Abzweigungen in Verbindung ſetzen muß; dieſe läßt man in eine Platte oder in einen 3- bis 4-fachen Drahtring endigen, von welchem eine Anzahl kurzer Drahtenden ausgehen. Die Hauptleitung endigt in eine Platte von gleichem Material. Die Dicke derſelben ſpielt für die elektriſche Wirkung keine Rolle; doch iſt für Kupferplatten eine Stärke von 2 mm und für eiſerne, wozu man Gußeiſen wählen wird, eine 5 mm ſtarke zu empfehlen.

Die Reichstelegraphie wendet für ihre telegraphiſchen Blitzableiter Zinkplatten von 0,75 bis 1,00 qm Fläche und 2 mm Stärke an.

---

[255]) „... der Anſchluß von inneren Metallgegenſtänden wird jedoch von den Meiſten für überflüſſig gehalten, ſobald „dieſelben mit der Erde nicht eine beſonders gut leitende Verbindung haben“. (Aus: MEIDINGER, H. Geſchichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888, S. 198.)

[256]) Die K. S. Brandverſicherung verlangt für Gebäude, welche nicht völlig im einfachen Schutzkegel ($\alpha = 45$ Grad) Platz finden, mindeſtens 2 Erdleitungen in mindeſtens 25 m Abſtand.

[257]) Siehe: FINDEISEN, a. a. O.

Über die Größe der Platten gehen die Anſichten weit auseinander.

Reines Waſſer ſetzt der elektriſchen Leitung einen 4 000 000-mal größeren Widerſtand entgegen als Kupfer (nach *E. Weber* ſogar 1000-Millionen-mal); alſo müßte man ſtreng genommen die Platte, bei der ja beide Seiten mit dem Waſſer in Verbindung ſtehen, 2 000 000-mal ſo groß als den Querſchnitt der kupfernen Leitung machen, was zu einer Platte von 100 qm führen würde. Indeſſen ſind dieſe Zahlen durch Verſuche mit dem galvaniſchen Strome gefunden und laſſen ſich nicht ohne weiteres auf Gewitterelektrizität anwenden. Die Erfahrung hat vielmehr bewieſen, daß Platten von 1/4 bis 1/2 qm ausreichend geweſen ſind. Da trockener Boden ſo gut wie gar nicht leitet, ſo iſt danach zu trachten, daß man die Platte in Brunnen, in das Grundwaſſer oder wenigſtens in feuchtes Erdreich verſenken kann [258]).

Ganz verkehrt iſt es, die Platte in gemauerte Behälter oder gar in Abortgruben zu legen, welche keine leitende Verbindung mit dem Erdboden haben.

Liegt der Grundwaſſerſpiegel in ſehr bedeutender Tiefe, ſo empfiehlt die „Kommiſſion zur Prüfung der Blitzableiter an den Munizipalgebäuden in Paris“ die Verbindung der Erdleitung mit Gas- und Waſſerröhren, von deren Oberfläche aus ſich die Elektrizität genügend verteilen kann. Theoretiſch ſteht dem nichts entgegen, da Gas nur unter Zutritt der atmoſphäriſchen Luft explodiert und bei eiſernen Waſſerleitungen die Bleidichtung keinen allzu großen Widerſtand entgegenſetzt.

Wenn bisher die Erlaubnis zu ſolchem Anſchluſſe häufig verweigert wurde, ſo wird dies, nachdem ſich die Verſammlung der Gas- und Waſſerfachmänner in Heidelberg am 11. Juni 1880 dahin ausgeſprochen hat, „daß keine Bedenken gegen die Verbindung des Blitzableiters mit den Waſſer- oder Gasröhren vorliegen“, wohl nicht mehr vorkommen; indes ſind Verhandlungen vor der Ausführung anzuraten.

Über dieſe Frage hat die Kgl. ſächſiſche techniſche Deputation am 5. Januar 1882 ein ſehr umfangreiches Gutachten erſtattet, welchem wir folgende praktiſche Regeln entnehmen: 1) Die Verbindung eines Blitzableiters mit dem Straßenrohrnetz einer ſtädtiſchen Gas- oder Waſſerleitung von paſſender Beſchaffenheit macht die Anlage einer Erdplatte überflüſſig. — 2) Dieſe Verbindung iſt nicht nur als zuläſſig, ſondern als empfehlenswert zu bezeichnen. — 3) Als Rohrleitungen von paſſender Beſchaffenheit ſind diejenigen zu erachten, welche aus eiſernen Rohren mit Muffenverbindung und Bleidichtung beſtehen. Flanſchenverbindungen ſind nur dann als genügend anzuſehen, wenn ſie ſtarke Schraubenbolzen beſitzen. — 4) Wenn Waſſer- und Gasleitung zugleich in der Nähe des Blitzableiters ſind, empfiehlt es ſich, dieſen mit beiden Rohrleitungen zu verbinden. — 5) Falls der Blitzableiter in der Nähe einer Flanſchenverbindung oder eines mittels zweier Flanſchenverbindungen in der Rohrleitung eingefügten Stückes liegt, iſt er mit den beiden zu beiden Seiten der Flanſchenverbindung oder des eingeſetzten Stückes liegenden Teilen des Rohrnetzes zu verbinden [259]). — 6) Die Verbindung des Blitzableiters iſt wo möglich durch Verlötung mit Weichlot auf möglichſt großer Fläche vorzunehmen. Bei kupfernen Leitungen kann der Draht oder das Drahtſeil für dieſen Zweck einige Male um das metalliſch blank gemachte und verzinnte Rohr herumgewickelt werden; bei eiſernen Leitungen kann der Eiſenſtab an eine Rohrſchelle angeſchweißt oder an dieſelbe angeſchraubt und verlötet werden; die um das Rohr gewundene Leitung oder die um dasſelbe gelegte Schelle ſind ſchließlich vollkommen mit dem Rohre zu verlöten. — 7) Iſt eine gründliche Verlötung nicht ausführbar, ſo kann die Verbindung folgendermaßen ausgeführt werden: das Blitzableiterende wird in einen durchbohrten Anſatz an einem Teile einer verzinnten oder verzinkten, zwei- oder mehrteiligen Rohrſchelle von Schmiedeeiſen, Bronze oder Kupfer eingeſchoben oder eingeſchraubt und mit Zinn verlötet. Das Rohr wird an der Anſatzſtelle in der Breite der Rohrſchelle durch Befeilen, Abſchmirgeln oder Abbeizen möglichſt vollkommen metalliſch blank gemacht; dann wird ein beiderſeits blank geſchabtes Bleiblech von gleicher Breite mit der Schelle um die blanke Rohrſtelle

---

[258]) „Nach einem fachverſtändigen Gutachten iſt uns an maßgebender Stelle die Verſicherung geworden, daß die in einen Brunnen geſenkte Kupferplatte das Trinkwaſſer durchaus nicht geſundheitsſchädlich beeinfluſſe“. (Aus: Gebr. Mittelstrasz. Der Blitzableiter etc. Magdeburg 1889.)

[259]) Dies betrifft namentlich Waſſer- und Gasuhren. Dieſe ſind durch ein metalliſches Stück dauernd zu überbrücken.

gelegt, die Schelle auf das mit dem Bleiblech umwickelte Rohr aufgesetzt und mittels ihrer Bolzenschrauben so fest angezogen, daß das Bleiblech sich sowohl an das Rohr als an die Schelle dicht anlegt. Hierauf werden die schon vorher verzinnten Köpfe und Muttern der Schrauben mit den Lappen der Schelle, an welchen sie anliegen, die Muttern auch mit den Schraubenspindeln mit Zinn verlötet. Endlich wird der Blitzableiter von seiner Eintrittsstelle in die Erde an bis zur Verbindung mit dem Rohre und insbesondere die Verbindung selbst, also die Schelle samt Schrauben, mit einer Isolierschicht zum Schutze gegen Oxydation umgeben; diese Isolierschicht kann durch dichtes Umwinden der zu schützenden Teile mit geteertem Hanf oder durch Umgießen mit Asphalt hergestellt werden. — 8) Um den in der Erde liegenden Teil des Blitzableiters und die Verbindungsstelle möglichst vor Verletzungen zu schützen und eine etwaige Revision zu erleichtern, empfiehlt sich die Umhüllung der fraglichen Teile mit einer leichten Ziegelmauerung. — 9) Unterbrechungen des Zusammenhanges der Leitung bei Arbeiten an Wasser- oder Gasleitungen sollen während eines Gewitters nicht vorgenommen werden. Sind solche aus Anlaß dringender Reparaturen unvermeidlich, so empfiehlt sich eine Verbindung der getrennten Teile durch einen gut leitenden Körper, etwa durch ein Drahtseil.

Der „Verband Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine“ hat sich in seinem Beschlusse vom 7. September 1889 ebenfalls für die Benutzung von Gas- und Wasserröhren als Erdleitung ausgesprochen, doch mit dem ausdrücklichen Zusatze: „Außer dem Anschlusse des Blitzableiters an das oder die Röhrensysteme ist es aus praktischen Gründen zweckmäßig, dem Blitzableiter eine Erdplatte zu geben“ [260]).

Über die passendste Stelle des Anschlusses der Blitzableitung sagt *Meidinger* [261]): „Was die „Stelle des Anschlusses anlangt, so kann dieselbe nur außerhalb der Gebäude im Boden sich befinden; „ebensowenig, wie man den Blitzableiter an sich in das Innere des Hauses führen wird, wird man „ihn auch in der Form der Rohre durch das Haus gehen lassen . . .“

Die von den Gegnern des Anschlusses an Gas- und Wasserröhren aufgestellte Behauptung, die Verbindung durch Teerstricke, verstemmte Bleiringe, Mennige etc. bilde kein metallisches Ganze, ist bereits durch *Kohlrausch* widerlegt. Dieser hat durch Widerstandsmessungen gefunden, daß sowohl mit Mennigekitt, als mit Teerstricken und Blei gedichtete Gußrohre einen guten metallischen Schluß herstellen [262]).

In Hannover waren 1888 bereits 54 Blitzableiter-Erddrahtseile der Fernsprechanlage und 7 Erdleitungen der Feuermeldestellen an die städtische Wasserleitung angeschlossen, ebenso eine große Zahl Blitzableiter auf Privathäusern.

Der „Elektrotechnische Verein“ sagt sogar: „Die Komplikation der in einem „Gebäude vorhandenen Wasser- und Gasröhren mit einem mit letzteren nicht me-„tallisch verbundenen Blitzableiter erscheint mithin allgemein als eine künstlich „geschaffene Blitzgefährdung desjenigen Gebäudeteiles, welcher zwischen Blitz-„ableiter und Röhren liegt, sowie auch der Röhren selbst.“

Pinkenburg gibt eine Zusammenstellung, wonach 10 Fälle bekannt sind, in welchen der Blitz von der Ableitung auf die Gasleitung übergesprungen ist, 4 Fälle, in denen Wasserleitung, 1 Fall, bei welchem gleichzeitig Gas- und Wasserleitung getroffen und beschädigt wurden [263]).

Neesen teilt 108 Blitzschläge mit, bei welchen mehr oder weniger große Beschädigungen durch Einschlag oder Übergang des Blitzes in die Gas- und Wasserleitung angerichtet sind [264]). Besonders erwähnenswert ist der Blitzschlag in der Nähe des Gerichtshauses in York 1876. Eine Straßenlaterne war an einem Hause angebracht, wenige Meter vom benachbarten großen, hohen Gerichtshause, das sehr große Metallmassen enthielt. Trotzdem wurde nicht dieses vom Blitze gewählt, obwohl es keinen Blitzableiter hatte, sondern die Laterne und die anschließende Gasleitung.

Daß der Nutzen eines guten Blitzableiters durch die in einem Gebäude befindlichen Rohrleitungen bei mangelndem Anschluß zum großen Teile aufgehoben wird, zeigt ein zweiter von

[260]) Siehe: Deutsche Bauz. 1889, S. 405.

[261]) A. a. O., S. 199.

[262]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 325.

[263]) Siehe ebendas.

[264]) In: Die Blitzgefahr. No. 2: Einfluß der Gas- und Wasserleitungen auf die Blitzgefahr. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnischen Vereins von NEESEN. Berlin und München 1891.

Neeſen angeführter Fall. In der Angerfrohnfeſte in München wurde 1888 die über einem Metalldache ſtehende Auffangeſtange des Blitzableiters von einem Blitzſtrahl getroffen. Obwohl der Blitzableiter in Ordnung war und das Metalldach einen erheblichen weiteren Schutz bot, ging dennoch die Entladung zu dem unter dem Dache befindlichen Waſſerbehälter über.

Aus verſchiedenen Gründen ſprechen wir uns für den Anſchluß der Blitzableitung an Gas- und Waſſerröhrennetze aus, obwohl der über dieſe Frage lebhaft entbrannte Streit noch keineswegs entſchieden iſt[265]). Immerhin wird es ſich aber empfehlen, wenn der Grundwaſſerſpiegel in erreichbarer Tiefe liegt, eine beſondere Erdleitung bis zu demſelben zu führen und ſie in einer Platte endigen zu laſſen. Daß die letztere Leitung die günſtigere iſt, wird dann der Fall ſein, wenn der Grundwaſſerſtand hoch iſt, das Röhrennetz aber in trockenem Boden liegt. Der Übelſtand bei Benutzung ſtädtiſcher Röhrenleitungen, daß dieſe ſo häufig aufgegraben werden, wobei es unausbleiblich iſt, daß mit den privaten Blitzableiteranſchlüſſen leichtſinnig verfahren wird, kann dann nicht mehr verhängnisvoll werden.

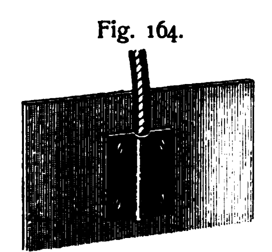
Nach einem Beſchluſſe des „Deutſchen Vereins von Gas- und Waſſerfachmännern“, welcher ſich nach längerem Sträuben ebenfalls für den Anſchluß an Gas- und Waſſerröhren ausgeſprochen hat, ſollen „an Bleiröhren mit den in der Praxis vorkommenden Durchmeſſern keine Blitzableiter-„anſchlüſſe gemacht werden. Vor Herſtellung des Anſchluſſes iſt die Einholung der Erlaubnis von „dem betreffenden Gas- und Waſſerwerk erforderlich. Was die praktiſche Ausführung der Ver-„bindung mit den Röhren betrifft, ſo kann dieſe bei ſchmiedeeiſernen Röhren entweder durch Um-„legung einer mit der Röhre verlöteten Schelle geſchehen, an welche die Verbindungsleitung vom Ab-„leiter ebenfalls verlötet iſt, oder durch Einfügung eines paſſenden, mit der Blitzableitung verlöteten „Zwiſchenſtückes oder eines T-Stückes, in deſſen ſeitlichem Stutzen ein mit der Leitung vom Blitz-„ableiter verlöteter Stöpſel eingeſchraubt iſt. Für die Verbindung mit gußeiſernen Röhren wird eine „umſchließende Schelle mit einer zwiſchen beiden liegenden, minde-„ſtens 100 qcm großen Bleiplatte zweckmäßig ſein. Die Herſtellung „der metalliſchen Fläche ſoll durch Abſchaben, Abſchmirgeln, durch „ſchwaches Abfeilen, keineswegs aber durch Abmeißeln geſchehen. Bei „gußeiſernen Röhren von größerem Durchmeſſer wird ſich auch das „Einſchrauben eines aus Bronze oder Meſſing beſtehenden Gewinde-„ſtückes, mit dem die Blitzableitung zu verlöten iſt, geſtatten laſſen“[266]).

Fig. 163[267]).

Eine praktiſche Ausführungsweiſe des Anſchluſſes iſt der Firma *O. L. Kummer & Co.* in Dresden patentiert worden (Fig. 163[267]).

Um die blank gefeilte Gußröhre wird der verzinnte Kupferdraht des Blitzableiters gelegt und das überſtehende Ende verwunden. Um dieſe Stelle der Röhre legt man eine zweiteilige Gußform und gießt den Hohlraum zwiſchen Röhre und Gußform mit einer Metalllegierung aus, die mit der Verzinnung des Kupferdrahtes eine Verbindung eingeht. Hierdurch wird ein die Gas- oder Waſſerröhre wulſtartig umgebender, den Blitzableiter feſt in ſich ſchließender Ringkörper erhalten, welcher ſich beim Erkalten zuſammenzieht und vor Oxydation vollkommen ſchützt.

Fig. 164.



Zwei Verbindungen der Blitzableitung mit der Erdplatte geben Fig. 164 u. 165.

Erſtere, von *Gebr. Mittelſtraß* geführt, zeigt auf der kupfernen Erdplatte eine aus gleichem Metalle beſtehende Verbindung, die auf einer um 2 mm verſtärkten Stelle der Platte mit Kupferſchrauben befeſtigt wird. Die andere, von *Zwarg*, beſteht aus einem maſſiven, oben hohlen Körper, in welchen einerſeits die Ableitung eingelötet, andererſeits die Platte verſchraubt wird.

Fig. 165.

Die Erdplatten ſollen nach einem Gutachten der Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin mit Koke umhüllt werden, weil dieſe weſent-

265) Siehe über dieſen Gegenſtand noch: Centralbl. d. Bauverw. 1888, S. 161, 325.
266) Siehe: Deutſche Bauz. 1889, S. 404.
267) Nach ebendaſ., S. 505.

lich beſſer leitet als feuchter Erdboden oder Waſſer. Holzkohlen, welche ſchnell vergänglich ſind, empfehlen ſich hierfür nicht; auch wird der Nutzen der Koke-umhüllung neuerdings ſtark bezweifelt.

Liegt das Grundwaſſer ſehr tief und iſt weder ein Brunnen, noch eine Röhrenleitung in der Nähe, dann muß man in Bohrlöcher, welche bis auf das Grundwaſſer reichen, lange eiſerne gut verzinkte Stangen oder Rohre verſenken. Iſt auch dies nicht möglich, dann tut man beſſer, die Erdleitung nur in die feuchte Mutterbodenſchicht endigen zu laſſen. So lange dieſelbe trocken iſt, kann überhaupt von einer Blitzgefahr keine Rede ſein. Dieſelbe tritt erſt dann ein, wenn infolge des Regens die Erdoberfläche für die Influenz befähigt wird.

W. v. Siemens empfiehlt, in ſolchem Falle das ganze Gebäude in geringer Tiefe unter der Erdoberfläche mit einem Drahtſeil zu umgeben und alle Ableitungen mit demſelben zu verbinden. Das kaiſerliche Stammſchloß auf dem Hohenzollern ſoll früher oft von Blitzſchlägen heimgeſucht geweſen ſein; ſeit aber vor einer längeren Reihe von Jahren der Blitzableiter nach *Siemens*' Vorſchlag mit einer ausgedehnten Oberflächenleitung verſehen wurde, iſt keinerlei Blitzſchaden am Gebäude entſtanden [268]).

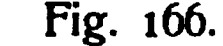
Daß Häuſer, welche den Brunnen unter dem Keller haben, der Blitzgefahr in beſonderem Grade ausgeſetzt ſind, dürfte aus dem vorher Geſagten deutlich ſein. Dies iſt namentlich der Fall, wenn Waſſerröhren hoch in das Gebäude hinauf bis zu einem Behälter geführt ſind. Letzterer iſt mit der Auffangeſtange in Verbindung zu bringen und der Durchgang durch das Dach mit Blei zu iſolieren.

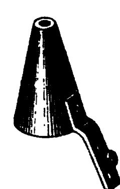
Für Windmühlen, die wegen ihrer freien Lage dem Blitze beſonders ausgeſetzt ſind, iſt eine Leitung erforderlich, welche im ſtande iſt, der Drehung des Windmühlenhutes zu folgen.

Pagenſtecher in Lechtingen bei Osnabrück hat hierfür ein Kabel aus einer größeren Anzahl Kupferdrähte mit loſerer Spannung angefertigt, welches ſich um einen die Königsſpindel umgebenden Seilkorb auf- und abwickeln kann. Um letzteres zu ermöglichen, iſt ein überſchüſſiges Seilſtück eingeſchaltet, welches, ſo lange es nicht zur Aufwickelung kommt, durch eine loſe Rolle mit angehängtem Gewichte ſtraff erhalten wird. — Der *Wachtmann*'ſche Kontakt-Blitzableiter verfolgt denſelben Zweck, ſtellt ſich aber teuerer.

128. Reviſion der Ableitung.

Eine Blitzableitung muß jedesmal, wenn in der Nähe derſelben Blitzeinſchläge ſtattgefunden haben, ſonſt aber mindeſtens in Zeiträumen von zwei Jahren unterſucht werden [269]). Hierbei ſind hauptſächlich die Spitzen zu beſichtigen und nachzuſehen, ob die nach Metallmaſſen hingehenden ſchwächeren Drähte noch in Ordnung ſind. Ferner iſt die Kontinuität der Hauptleitung zu unterſuchen, was durch die galvaniſche Prüfung geſchieht. Zu dieſem Zwecke iſt jede Spitze mit der Erdplatte durch einen ſchwachen Kupferdraht zu verbinden und ein Galvanometer nebſt Element einzuſchalten [270]). Zeigt ſich an letzterem kein Ausſchlag, ſo iſt die ſchadhafte Stelle des Blitzableiters aufzuſuchen, indem man das oberirdiſche Ende des Kupferdrahtes zunächſt dicht über dem Erdboden an eine blank gemachte Stelle der Ableitung anlegt und ſo bis zu den Spitzen fortfährt.


Fig. 166.



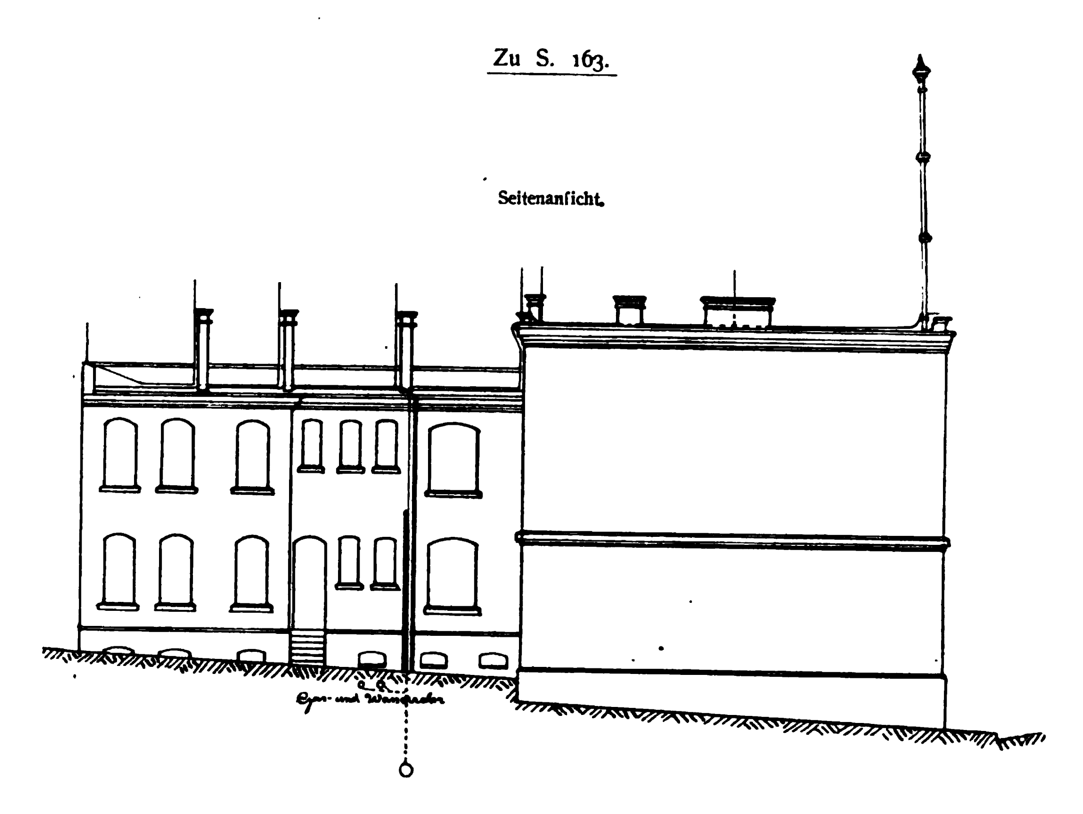
Das Befeſtigen des Drahtes an der Spitze iſt bei hohen Stangen ſchwierig. Man bedient ſich deshalb hierzu eines Prüfungshutes mit Drahtanſchluß, wie er nach Fig. 166 von *Zwarg* geliefert wird, der zur

[268]) Siehe: FINDEISEN, a. a. O.

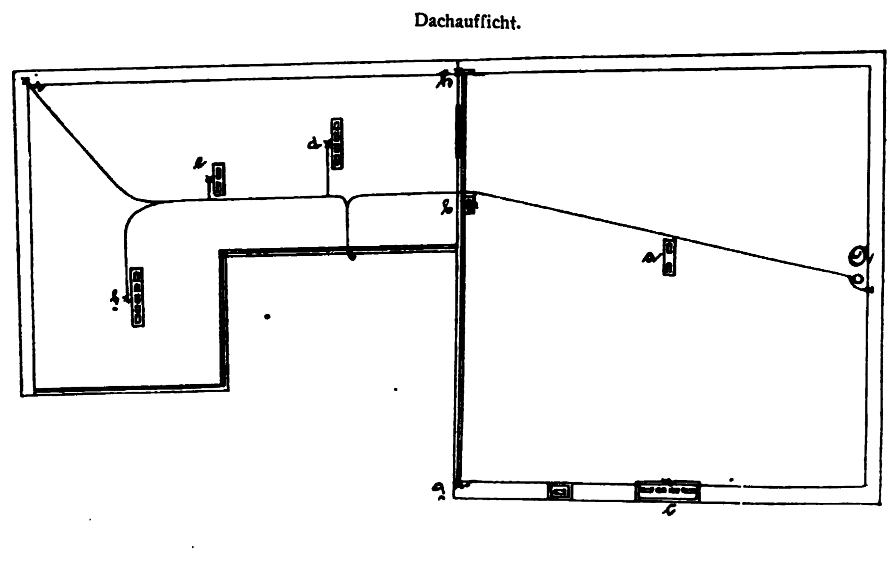
[269]) Das preußiſche Miniſterium der öffentlichen Arbeiten ſchreibt durch Erlaß vom 25. Dezember 1897 vor: „Zur Prüfung der Blitzableiter iſt jährlich einmal eine äußere Beſichtigung, nötigenfalls unter Zuhilfenahme eines Fernrohres, und alle 5 Jahre eine Kontrolle durch Meſſung des Widerſtandes der Luftleitung und der Erdleitung vorzunehmen".

[270]) Solche Galvanometer führt jede größere Blitzableiter-Fabrik, meiſtens in eigener Zuſammenſtellung.

Seitenansicht.



Dachaufficht.



Blitzableitung
des Reichsbankgebäudes zu Werden a. d. R.

weiteren Erleichterung auch an diesen Hut anzuschraubende 2,50 m lange Prüfungsstangen führt.

Wegen des kostspieligen Aufsuchens und Aufgrabens der Erdplatte wird die Prüfung der Erdleitung oft ganz vernachlässigt, was durchaus zu tadeln ist, da gerade dieser Teil der Zerstörung am ehesten anheimfällt. Ist ein Brunnen in der Nähe, so kann man das Aufgraben sparen und braucht nur den eisernen Pumpenschwengel oder das Gestänge durch einen Draht mit der Auffangespitze zu verbinden; die Erde übernimmt dann die weitere Verbindung des Grundwassers im Brunnen mit der Erdplatte.

Eine selbsttätige Blitzableiter-Kontrollevorrichtung haben *Hoyer & Glahn* in Schönebeck erfunden. Dieselbe zeigt an, ob ein elektrischer Strom oder Blitz die Leitung durchlaufen hat. In letzterem Falle rückt ein Zeiger von 0 auf 50 und bleibt dort stehen. Befestigt wird die Vorrichtung $1/2$ m über dem Schutzrohre.

Will man den Widerstand in den Leitungen oder den sog. Übergangswiderstand von der Leitung in die Erde nach *Ohm* bestimmen, so bedient man sich der *Wheatstone*'schen Brücke, der *Kirchhoff-Wheatstone*'schen Brücke, jetzt allgemein verwendet, oder der Telephonbrücke.

Zum Schluß geben wir als Beispiel eine durch *Xaver Kirchhoff* in Friedenau-Berlin ausgeführte Blitzableiteranlage, und zwar die an dem 1902 errichteten Reichsbankgebäude in Werden a. d. R. (Siehe die nebenstehende Tafel.)

Der Bau ist ganz massiv hergestellt mit gewölbten, bezw. *Kleine*'schen Dach- und Deckenflächen zwischen I-Trägern, sowie mit Holzzementdeckung. Er liegt ganz frei und überragt die nächstgelegenen Häuser.

An der Vorderfront steht eine eiserne Fahnenstange *A*, aus 2 Stück geschweißten Stahlrohren ohne Vernietung zusammengesetzt; Durchmesser oben 83 mm, unten 102 mm, Länge 11,00 m, davon 2,50 m unter Dach. Die Spitze ist aus starkem Zink gepreßt und echt vergoldet. Die Stange ruht in gußeiserner Spurpfanne auf einer über zwei I-Träger des Dachgeschoßfußbodens gestreckten Schwelle. Die Spurpfanne hat seitliche Stellschrauben zum genauen Ausrichten der Stange. Der Durchgang durch das Holzzementdach und durch das Schwemmsteingewölbe der Dachfläche ist mit einer Zinkhülse eingefaßt, welche mit einem an der Stange verlöteten Zinkkegel wasserdicht überdeckt ist. Eine kupferne Blitzableiterspitze auf einem Rundeisenstabe bildet die obere Endigung.

Dicht über dem Dachdurchgange ist die Luftleitung mittels eiserner verzinkter Schelle angeschlossen. Sie besteht aus einem verzinkten Eisendrahtseil von 15 mm Durchmesser, das aus 12 Drähten von 3,30 mm Durchmesser zusammengesetzt ist. Von der Fahnenstange aus führt sie zunächst an einem Schornsteinkopf *a* vorbei, der wegen der Nähe der ersteren nicht angeschlossen ist, zum tiefer liegenden Dach des Mittel- und Hinterbaues und weiter am Mittelbau herab zur Erde. Auf dem Dache liegt das Drahtseil unter dem Kies.

Die 5 Schornsteine *b*, *c*, *d*, *e* und *f* tragen jeder eine seitlich befestigte, verzinkte eiserne Auffangestange von 16 mm Durchmesser, oben in einem Kegel endigend, dessen Höhe doppelt so groß als der Durchmesser ist. Die Stange ragt 1 m über dem Schornstein auf und ist am Mauerwerk mit 2 bis 3 verzinkten schweißeisernen Schelleisen befestigt, die mit einer 17 mm starken Steinschraube in eine Fuge eingreifen. Das untere Ende der Stange sitzt in einer Muffe, in welche das Zweigseil eingelötet ist; die von den Schornsteinen *b*, *d*, *e* und *f* kommenden Zweigleitungen sind mit der Hauptleitung durch T-Stücke verbunden, die ebenso, wie die vorgenannten Schelleisen, aus zwei zusammengeschraubten Teilen bestehen. Beim Schornsteinkopf *c* hingegen ist das Seil an die Zinkbekleidung der Attika angeschlossen, welche auf drei Seiten das vordere Dach umgibt; hat mithin keine Verbindung mit der Hauptleitung. Diese Zinkbekleidung ist weiter neben der Fahnenstange durch ein Drahtseil mit der Luftleitung verbunden. Anders ist dies beim Hinterbau. Hier führt eine Zweigleitung vom Punkte *i* der Attika zur Luftleitung. Die Verbindung zwischen den Zweigleitungen und der Zinkbekleidung ist durch Lötung hergestellt. Bei *g* und *h* stehen ebenfalls zwei Auffangestangen, durch kurze Drahtseile an die Zinkbekleidung angeschlossen.

Die Hauptleitung geht neben einem Abfallrohre herab, mit diesem durch zwei Kupferstreifen verbunden. Unmittelbar über der Erde ist sie von einem schmiedeeisernen Schutzrohr umgeben. Oberhalb des letzteren ist eine verzinnte bronzene Ausschaltvorrichtung angebracht zum Trennen der Luft- und Erdleitung bei der galvanischen Untersuchung.

Zur Erdleitung ift ein gleiches Drahtfeil wie zur Luftleitung verwendet. Von diefem geht eine Zweigleitung ab zu den Gas- und Wafferröhren im Keller. Weiterhin endigt die Erdleitung 3 m unter der Erdoberfläche in einen verzinkten fchmiedeeifernen Erdleitungszylinder von 3 m Länge, 102 mm Durchmeffer und 4 mm ftarker Wandung. Die Verbindung mit dem Seil ift durch zwei aufgenietete Kloben und Verlötung hergeftellt.

Literatur

über „Blitzableiter".

REIMARIUS, J. A. H. Vorfchriften zur Blitzableitung. Hamburg 1794.

Blitzableiter. Kurze Anweifung, wie folche an den Gebäuden anzubringen find. Berlin 1798.

GÜTLE, J. C. Neue Erfahrungen über die befte Art, wohlfeile und dauerhafte Blitzableiter anzulegen. Nürnberg 1812.

IMHOF, v. Theoretifch-praktifche Anweifung zur Anlegung und Erhaltung zweckmäßiger Blitzableiter. München 1816.

BÖCKMANN, J. L. Ueber die Blitzableiter. Neue Aufl. von G. F. WUCHERER. Carlsruhe 1830.

BIGOT, P. Anweifung zur Anlegung, Conftruction und Veranfchlagung der Blitzableiter. Glogau 1834.

Inftruction fur la conftruction des paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1855, S. 33, 66.

Anlegung der Blitzableiter. Nach dem Engl. von SCHMIDT. Weimar 1856.

Der Blitzableiter der St. Petrikirche zu Berlin. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1859, S. 301.

Anweifung zur Conftruction und Anlegung von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1860, S. 74.

Ueber die Conftruction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1863, S. 231.

De la conftruction des paratonnerres. Gaz. des arch. et du bât. 1864, S. 211, 222, 233.

Gutachten der Akademie der Wiffenfchaften in Berlin über Anwendung von Blitzableitern. Zeitfchr. f. Bauw. 1865, S. 297.

VIOLLET-LE-DUC. Ueber die Conftruction der Blitzableiter. Allg. Bauz. 1865, S. 164.

Ueber die Anlage von Blitzableitern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1866, S. 65.

Die Aufftellung von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 74.

Nouvelle inftruction pour les paratonnerres. Nouv. annales de la conft. 1867, S. 62.

GRAVE, H. Die Blitzableiter, ihre Gefchichte und zweckmäßigfte Geftalt. (Sonderabdruck aus GRAVE's öfterreich. Bau-Almanach.) Wien 1868.

De la conftruction des paratonnerres. Paris 1868.

Die neueren Conftructionen der Auffangftange des Blitzableiters. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1868, S. 36.

BOTHE, F. Zufammenftellung neuerer Arbeiten über die Conftruction der Blitzableiter. Zeitfchr. d. Ver. deutfch. Ing. 1868, S. 491.

Die Conftruction der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1869, S. 185.

Ueber Blitzableiter. Deutfche Bauz. 1871, S. 409.

BAUER. Zur Beurtheilung der Blitzableiter. Zeitfchr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1872, S. 109.

CALLAUD, A. *Traité des paratonnerres etc.* Paris 1874.

FONVIELLE, W. DE. *De l'utilité des paratonnerres et de la néceffité de les contrôler.* Paris 1874.

Verbefferte Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1874, S. 137.

Les paratonnerres à l'académie des fciences. Gaz. des arch. et du bât. 1874, S. 141.

Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1874, S. 39, 125.

La commiffion des paratonnerres de la ville de Paris. Gaz. des arch. et du bât. 1875, S. 170, 177.

Les paratonnerres. Encyclopédie d'arch. 1875, S. 21, 71.

AMAURY, V. *Inftallation des paratonnerres. Moniteur des arch.* 1875, S. 195, 207.

BUCHNER, O. Die Conftruction und Anlegung der Blitzableiter zum Schutze aller Arten von Gebäuden etc., nebft Anleitung zu Koftenvoranfchlägen. Weimar 1876. — 3. Aufl. 1887.

Ueber die Schutzzone der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1876, S. 53.

MITTELSTRASS. Die Blitzableiter nach den neueften Erfahrungen und zweckmäßigften Conftructionen. 2. Aufl. Magdeburg 1877.

KARSTEN, G. Ueber Blitzableiter und Blitzfchläge in Gebäude, welche mit Blitzableitern verfehen waren. Kiel 1877.

Inftruktion über die Herftellung von Blitz-Ableitungen bei Militär-Gebäuden. Wien 1877.

Gutachten, betreffend die Wirkungen des Blitzfchlages beim Schulhaufe zu Elmshorn, von Dr. L. MEYN, Prof. G. KARSTEN und von der K. Akademie der Wiffenfchaften in Berlin. Zeitfchr. f. Bauw. 1877, S. 559.

KIRCHHOFF, X. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutfche Bauz. 1877, S. 518.

NIPPOLDT. Ueber die Wahl des Querfchnittes der Blitzableiter. Zeitfchr. d. Ver. deufch. Ing. 1877, S. 129.

Inftructions fur les paratonnerres. Revue gén. de l'arch. 1877, S. 29.

JARRIANT. *Paratonnerres de divers types. Nouv. annales de la conft.* 1877, S. 161.

HOLTZ, W. Ueber die Theorie, die Anlage und die Prüfung der Blitzableiter etc. Greifswald 1878.

LÜDICKE, A. Praktifches Handbuch für Kunft-, Bau- und Mafchinenfchloffer. Weimar 1878.

Zur Anlage von Blitzableitern. Deutfche Bauz. 1878, S. 81.

Studien über Blitzableiter. Mafchinenb. 1878, S. 346, 387.

KARSTEN, G. Gemeinfaßliche Bemerkungen über die Elektricität des Gewitters und die Wirkung der Blitzableiter etc. Kiel 1879.

KLASEN, L. Die Blitzableiter in ihrer Conftruction und Anlage. Leipzig 1879.

KLASEN, L. Zur Anlage von Blitzableitern. Deutfche Bauz. 1879, S. 427.

KNOBLAUCH, E. Umbau des Thurmhelms der Jerufalem-Kirche zu Berlin. Deutfche Bauz. 1879, S. 483.

Die Blitzableiter auf der Parifer Weltausftellung. Prakt. Mafchin.-Conft. 1879, S. 315.

Zur Blitzableiterfrage. Mafchinenb. 1879, S. 38.

HEILEMANN, F. J. Der Blitzableiter. Görlitz 1880.

HOLTZ, W. Ueber die Zunahme der Blitzgefahr und die vermuthlichen Urfachen diefer Zunahme. Deutfche Bauz. 1880, S. 473.

Rathfchläge bei Anlage von Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 445.

Anlegung von Blitzableitern. Rathfchläge der Directionen der Land-Feuerfocietät und der Provinzial-Städte-Feuerfocietät im preußifchen Herzogthum bezw. in der Provinz Sachfen. 2. Aufl. vom 30. April 1881.

Inftruction fur les paratonnerres adoptée par l'académie des fciences. Paris 1881.

Blitzableiterfpitzen von J. O. ZWARG. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 166.

MEYDENBAUER, A. Ueber Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 277.

Neuerungen an Blitzableitern. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1881, S. 148.

NIX, K. Die Conftruction des Blitzableiters nach den neueften elektrotechnifchen Erfahrungen. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1881, S. 76, 84.

BIEDERMANN, C. Ueber Neuerungen an Blitzableitern. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 243.

NEESEN, F. Ueber Gewitter und Blitzableiter. Elektrotechn. Zeitfchr. 1881, S. 446, 462.

Ueber Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 235, S. 267; Bd. 237, S. 385; Bd. 241, S. 110 u. 273.

Praktifche Regeln für die Herftellung von Blitzableitern. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 182.

MELSENS. *Conférence fur les paratonnerres faites au congrès international des électriciens, à Paris. Bulletin de la foc. d'encourag.* 1882, S. 450.

LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1883, S. 17.

LINDNER, M. Die Anlage der Blitzableiter. Mafchinenb. 1884, S. 93, 108.

ERFURTH, C. Haustelegraphie, Telephonie und Blitzableiter in Theorie und Praxis etc. Berlin 1885.

Apparat zum Prüfen der Blitzableiter. Wochbl. f. Baukde. 1885, S. 387.

Die Blitzgefahr. Nr. 1: Mittheilungen und Ratfchläge betr. die Anlage von Blitzableitern für Gebäude. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnifchen Vereins. Berlin 1886.

TIEMANN, C. Der Blitzableiter etc. Freiburg i. B. 1886.

LEDER, P. Blitzfchäden und ihre Verhütung. Hirfchberg 1886.

Elektro-technifche Bibliothek. Bd. 29: Blitz und Blitz-Schutzvorrichtungen. Von A. v. URBANITZKY. Wien 1886.

LEUTHOLD. Die Häufigkeit der Blitzfchläge im Königreiche Sachfen. Civiling. 1886, S. 1.

RITGEN. Plan, Ausführung und Veranfchlagung der Blitzableiter. Polyt. Journ., Bd. 265, S. 145, 209, 255.

UNGER, TH. Beitrag zur Statiftik der Blitzfchläge in Gebäuden, unter befonderer Berückfichtigung der Provinz Hannover. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1887, S. 196. Deutfche Bauz. 1887, S. 81, 93.

Conftruction des paratonnerres. Nouv. annales de la conft. 1887, S. 121, 138.

MEIDINGER, H. Gefchichte des Blitzableiters. Karlsruhe 1888.

Blitzableiterfpitze aus Kohlenftoff mit metallifcher Porenfüllung. Mafchinenb. 1889, S. 196.

WALTENHOFEN, A. v. Ueber Blitzableiter etc. Braunfchweig 1890.

Anleitung zum Bau elektrifcher Haustelegraphen, Telephon- und Blitzableiter-Anlagen. Herausg. von der Actiengefellfchaft MIX & GENEST. Berlin 1890.
Praktifche Anleitung zur Anlage von Blitzableitern. 2. Aufl. Leipzig 1891. — 3. Aufl. 1897.
VISSER, J. L. Ueber Blitzableitungen. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1891, S. 73, 82, 94, 98, 106.
GRUNER, O. Die Blitzableiter nach ihrer Anordnung und praktifchen Ausführung etc. Leipzig 1892.
LINDNER, M. Die Technik des Blitzableiters etc. Weimar 1892.
Der Anfchluß der Gebäude-Blitzableiter an Gas- und Wafferleitungen. Denkfchrift des Verbandes deutfcher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Berlin 1892.
HAAS, W. A. Neue Blitzableiter-Auffangftangen mit abnehmbaren Obertheilen. Baugwks.-Ztg. 1892, S. 468.
GRUNER, O. Blitzableitungen. Civiling. 1892, S. 405.
MURANI, O. *Paraful mini etc.* Mailand 1893.
SCHMEHLIK, R. Konftruktion, Montierung und Prüfung des Blitzableiters. Gefundh.-Ing. 1894, S. 376, 393.
KOLONITS, J. Blitz und Blitzfchutzvorrichtungen. Köln 1895.
Blitzableiter an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 97.
HOPPE, O. Der Blitzableiter, im befonderen an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 113.
HOPPE, O Neue Anfchauungen über Blitz, Blitzgefahr und Blitzableiter. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 457, 471.
MOORMANN. Zur Blitzableiterfrage. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 506.
HOPPE, O. Blitzableiter an Eifenthürmen. Centralbl. d. Bauverw. 1896, S. 187.
VOLLER. Alte und neue Anfchauungen über die Wirkungsweife der Blitze und die Einrichtungen von Blitzableitern. Deutfche Bauz. 1897, S. 213.
Blitz und Blitzableiter. Deutfche Bauz. 1897, S. 350.
Anfchluß der Blitzableitungen außerhalb der Häufer an die Gas- und Wafferröhren in Berlin. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1897, S. 853.
Anfchluß von Blitzableitern an Waffer- und Gasleitungen. Gutachten der Königlichen Akademie des Bauwefens. Centralbl. d. Bauverw. 1898, S. 13.
JOS. HOUZER'fche Blitzableiterfpitze. Baugwks-Ztg. 1898, S. 1130.
FINDEISEN, F. Rathfchläge über den Blitzfchutz der landwirthfchaftlichen Gebäude. Berlin 1899.
Anleitung zum Bau elektrifcher Haustelegraphen-, Telephon- und Blitzableiter-Anlagen. Herausg. von der Aktiengefellfchaft MIX & GENEST etc. 5. Aufl. Berlin 1899.
Die Blitzgefahr. Nr. 2: Einfluß der Gas- und Wafferleitungen auf die Blitzgefahr. Herausg. im Auftrage des Elektrotechnifchen Vereins von NEESEN. Berlin und München 1901.
Leitfätze über den Schutz der Gebäude gegen den Blitz. Centralbl. d. Bauverw. 1901, S. 259.
PRASCH, A. Leitfätze über den Schutz der Gebäude gegen Blitz. Oeft. Wochfchr. f. d. öff. Baudienft 1901, S. 571.
WELLISCH, F. Ueber Blitz und Blitzableiter. Oeft. Wochfchr. f. d. öff. Baudienft 1902, S. 9.

3. Kapitel.

Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenfenkungen und Erderfchütterungen.

a) Sicherung der Gebäude gegen Bodenfenkungen [271]).

129. Wirkungen des Abbaues.

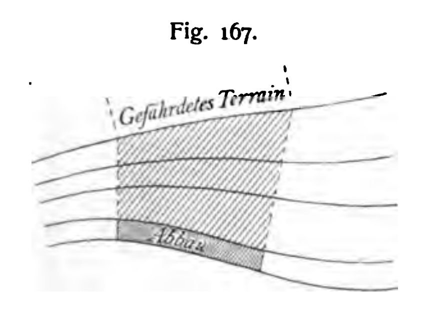
Im Jahre 1856 bemerkte man in Effen die erften Befchädigungen von Häufern über Bergwerken. Seitdem haben fich diefe Erfcheinungen faft in allen Bergbezirken Deutfchlands gezeigt. Wir nennen in erfter Linie: Effen, Iferlohn, Oberhaufen, Gelfenkirchen, Witten a. d. R., Annen bei Witten, Dortmund, dann zahlreiche Ortfchaften über dem Wurmrevier bei Aachen, dem Saarbrücker Kohlenbecken, fowie über den oberfchlefifchen Bergwerken und in Eisleben.

Die Wirkungen des Bergbaues auf Terrainveränderung können in zweierlei Weife vor fich gehen: entweder es ftürzen die Abbauftrecken, falls fie fich nicht mit Waffer gefüllt haben, nach einer Reihe von Jahren zufammen, oder die über

[271]) Die Sicherftellung von Gebäuden, die auf einem ftark preßbaren Untergrund zu errichten find, gehört in die Abteilung »Fundamente« (fiehe Teil III, Bd. 1 diefes »Handbuches«), ift alfo unter diefer Ueberfchrift nicht mit inbegriffen.

den Flötzen gelagerten waſſerhaltigen Schichten werden durch die mit dem Bergbau verbundene Waſſerentziehung trocken gelegt und ſetzen ſich ungleich zuſammen[272]). In beiden Fällen bilden ſich an der Oberfläche Erhebungen und Senkungen, vielfach verbunden mit Erdriſſen. Im Wurmrevier bei Aachen hat man beobachtet, daß der Abbau auf den platten (wagrechten) Flötzflügeln wellenförmige Senkungen hervorbringt, wogegen ſich der Abbau auf den flachen (geneigten) Flötzen meiſtenteils durch Spalten und Riſſe bemerkbar macht. In Belgien hält man an *Gonot's* Theorie feſt, daß die Einwirkungen des Abbaues ſich ſenkrecht zur Flötzfläche bis zur Oberfläche fortſetzen (Fig. 167). Hiernach werden die Sicherheitspfeiler für Bauwerke innerhalb der Strecken feſtgeſetzt, und umgekehrt, hat man ein Bauwerk über Gruben zu errichten, ſo kann man hiernach mit einiger Sicherheit einen weniger gefährdeten Bauplatz ausſuchen, wobei man aber, da dieſe Theorie wenig ſicheren Untergrund hat, möglichſt weit von dem ſo ermittelten Gefahrterrain zurückbleiben wird.

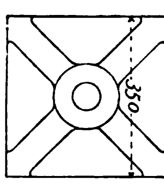
Fig. 167.



Die früher verbreitete Meinung, daß Abbaue in großer Tiefe keinen Einfluß auf die Oberfläche haben würden, hat ſich nicht beſtätigt. Selbſt bei über 600 m tief unter Tage abgebauten Flötzen ſind Bodenſenkungen eingetreten. Ebenſowenig ſchützt eine ſtarke Mergeldecke über dem Steinkohlengebirge; doch hat man beobachtet, daß über einer 200 m ſtarken Mergelſchicht keine Erdriſſe und Spalten vorkommen, wohl aber muldenförmige Einſenkungen. Abbau mit Bergeverſatz, bei welchem an die Stelle der weggenommenen Steinkohlen Schutt eingebaut wird, kann Bodenſenkungen erzeugen, welche bis zu einem Drittel der Flötzmächtigkeit betragen. Am meiſten gefährdet ſind Gebäude, welche am Rande eines Senkungsgebietes oder eines ſog. Sicherheitspfeilers liegen.

Die Sicherung geriſſener Gebäude kann eine verſchiedene ſein. Bei Aachen befolgt man die Praxis, die Bewegung erſt völlig zur Ruhe kommen zu laſſen. Man erſieht dies, wenn Zementputzſtreifen, welche an einigen Stellen über die Riſſe gelegt werden, unverſehrt bleiben. Iſt dieſer Zeitpunkt eingetreten, dann werden die Ausbeſſerungen vorgenommen. Nur in Ausnahmefällen, wenn die Gebäuderiſſe zu bedenklich werden, greift man zu Verankerungen. 130. Sicherung geriſſener Gebäude.

Fig. 168.



Ankerkopfplatte.

In anderen Gegenden, wo das Übel akuter auftritt, iſt man in der Regel zu Verankerungen gezwungen, denen häufig ein proviſoriſches Abſteifen der Fenſter- und Türſtürze vorangehen muß, damit dieſe beim Ausweichen der Wände nicht herabfallen. Die Anker wurden zuerſt ſehr ſchwach gemacht. Wir ſehen in Eſſen noch vielfach 2 cm ſtarke Anker mit Kopfplatten von 30×30 cm (Fig. 168), welche ſelbſtverſtändlich eine viel zu geringe Mauerfläche faßten. Später griff man zu 4 bis 5 cm ſtarken Ankern und Kopfplatten von 1 bis 2 qm, welche dann ihre Schuldigkeit beſſer taten.

Meiſtens beſchränkt man ſich auf die Verankerung des Kellermauerwerkes. Sämtliche Umfangs- und Zwiſchenmauern desſelben werden ſowohl unter der

272) Siehe auch: Centralbl. d. Bauverw. 1902, S. 137.

273) Nach: Zeitſchr. f. Baukde. 1878, Bl. 25.

Fig. 169. *Querschnitt.*

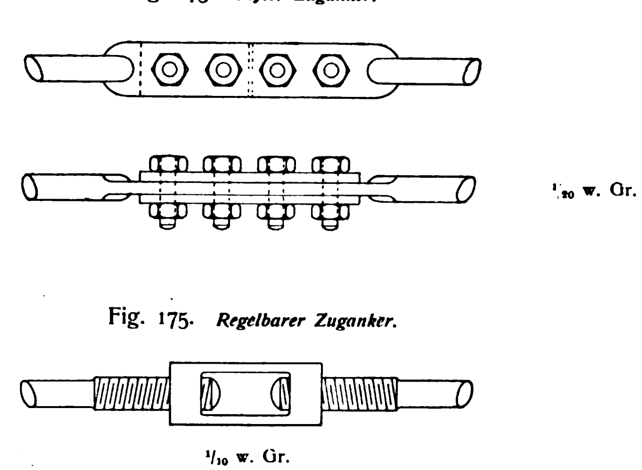
Fig. 170. *Grundriß.*

Fig. 171. *Querschnitt.*

Fig. 172. *Längenschnitt.* – 1/200 w. Gr.

Fig. 174. *Eckverankerungsplatte.*

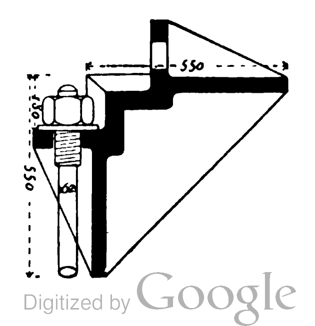
Fig. 173. *Fester Zuganker.*



1/20 w. Gr.

Fig. 175. *Regelbarer Zuganker.*

1/10 w. Gr.



Nachträgliche Verankerung eines Gebäudes[273]).

Sohle, als auch unter der Decke ihrer ganzen Länge nach durch Anker zuſammengezogen. An allen Stellen, wo die Scheidemauern nicht durchgehen, werden Spreizen aus Mauerwerk, aus Eiſen oder aus beiden Materialien eingeſchaltet, welche dem Zuge der Anker den nötigen Druck entgegenſetzen und ſo das Zuſammenziehen der vorher unverbundenen Mauerteile verhindern.

In Fig. 169 bis 175 iſt eine ſolche nachträgliche Verankerung dargeſtellt.

Die Ecken werden mit gußeiſernen Platten (Fig. 174) eingefaßt, welche außen mit den nötigen Anſätzen und Öffnungen zur Aufnahme der Zuganker, innen mit ein- oder mehrfachen Verſtärkungsrippen zum Einlaſſen in das Mauerwerk verſehen ſind. Die inneren Kellerwände werden unter dem Pflaſter und unter der Decke mit je einem Ankerpaare eingefaßt. Die Zuganker ſind bei geringer Ausdehnung durchgehend, bei größeren Längen geſtoßen und dann an den Stößen entweder durch Laſchen und Bolzen, bezw. Niete feſt oder durch Schraubenſchlöſſer regelbar verbunden (Fig. 173 u. 175).

Die Spreizen beſtehen am beſten aus maſſivem Schichtenmauerwerk oder aus elliptiſchem Erd- und Gurtbogen, ſo zwar, daß beide Bogen zuſammen eine geſchloſſene Ellipſe bilden; doch werden auch unter der Kellerſohle umgekehrte Gewölbe, unter der Decke gußeiſerne, die Zuganker umſchließende Stemmrohre oder bei größerer Länge maſſiv gewalzte oder gegliederte Balken angewendet. Wo Verankerungen in die Türen einſchneiden, werden ſchmiedeeiſerne Türgeſtelle eingeſchaltet, welche, oben und unten durch Zugſtangen verbunden, bisweilen überwölbt ſind, während die Teile der unterbrochenen Anker an deren Pfoſten enden und verſchraubt ſind.

Gebäude mit einſpringenden Ecken erfordern bis zur Höhe des Kellergeſchoſſes die Herſtellung voller Ecken durch Ausmauerung, um die oben erwähnten Eckplatten anbringen und danach eine zuſammenhängende Verankerung herſtellen zu können.

Die vorbeſchriebenen Sicherungsmittel haben ſich in zahlreichen Fällen ihrer Anwendung gut bewährt. Nur da, wo die Beſchädigungen durch Bodenſenkungen zu arge ſind, wird man die Kopfplatten noch vergrößern und auch die oberen Geſchoſſe verankern müſſen. Als Beiſpiel hierfür geben wir die von *Kunhenn* ausgeführte und in Fig. 176 bis 180 dargeſtellte Verankerung eines Hauſes in Eſſen a. d. R.

Hier ſind die Gebäudeecken mit 4 cm ſtarken und durch Rippen verſtärkten Gußplatten bis zur Höhe des I. Obergeſchoſſes eingefaßt, und zwar iſt die Anordnung ſo getroffen, daß die untere Platte über die obere faßt, ſo daß die beiden übereinander befindlichen Platten wie eine einzige wirken.

Die Zwiſchenmauern des Kellers ſind mit je 4 Ankern eingefaßt, welche ebenfalls an eine gemeinſame Kopfplatte faſſen. Die letzteren liegen bündig mit dem Mauerwerk; die Schraubenmuttern ſind eingelaſſen, ſo daß man äußerlich von der Verankerung nichts ſieht[274]).

Wir kommen nun zu der Frage, wie man Neubauten über Grubengelände zu konſtruieren habe? Selbſtverſtändlich müſſen dieſe allen Fällen der Bodenſenkungen Widerſtand leiſten. Letztere ſind erfahrungsmäßig folgende: 131. Neubauten über Grubengelände.

1) Der Baugrund ſinkt gleichmäßig lotrecht abwärts;

2) er ſinkt gleichmäßig geneigt;

3) es bildet ſich eine Erdſpalte, ohne daß aber eine Veränderung der Terrainneigung eintritt;

4) er nimmt eine konkave oder

5) eine konvexe Geſtalt an, wobei gleichzeitig Erdſpalten auftreten können;

6) ein Teil der Baugrundfläche bleibt unverändert, während der andere abſinkt, wobei ſich häufig längs der Erdſpalte eine Stufe bildet.

Fall 1 erfordert keine beſondere Sicherheitsmaßregeln. Im Falle 2 wird die Bindekraft des Mörtels meiſtens ausreichen, ein Rutſchen der Bauſteine auf ihrer Lagerfläche zu verhindern. Im Falle 3 wird eine gute Verankerung das Gebäude dagegen ſchützen, daß ſich die Erdſpalte auch in das Mauerwerk fortſetzt. Wie

---

274) Dieſe im Jahre 1881 ausgeführte Verankerung hat das Haus bis jetzt (1902) vollkommen geſchützt.

275) Nach Zeichnungen des Herrn Architekten *Fritz Kunhenn* daſelbſt.

Fig. 176. *Vordere Frontmauer.*

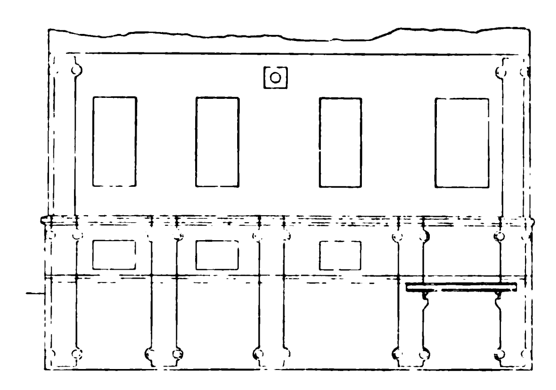




Fig. 177. *Rechtsseitige Giebelmauer.*

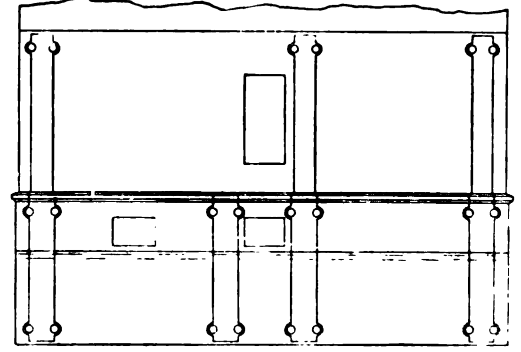


Fig. 178. *Grundriß des Kellergeschosses.*

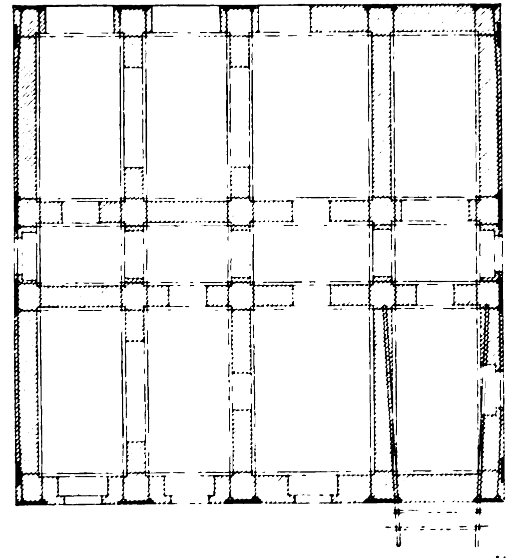
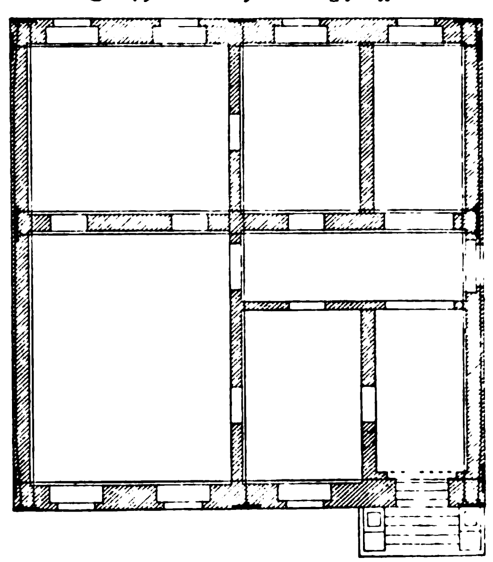
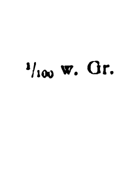


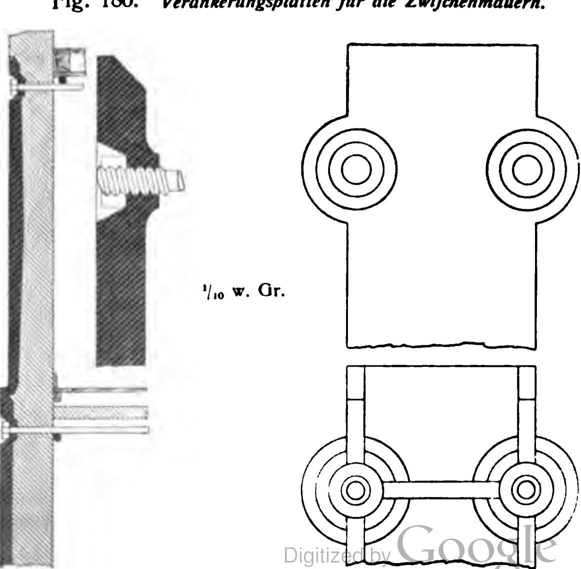
Fig. 179. *Grundriß des Erdgeschosses.*



1/200 w. Gr.

Fig. 180. *Verankerungsplatten für die Zwischenmauern.*



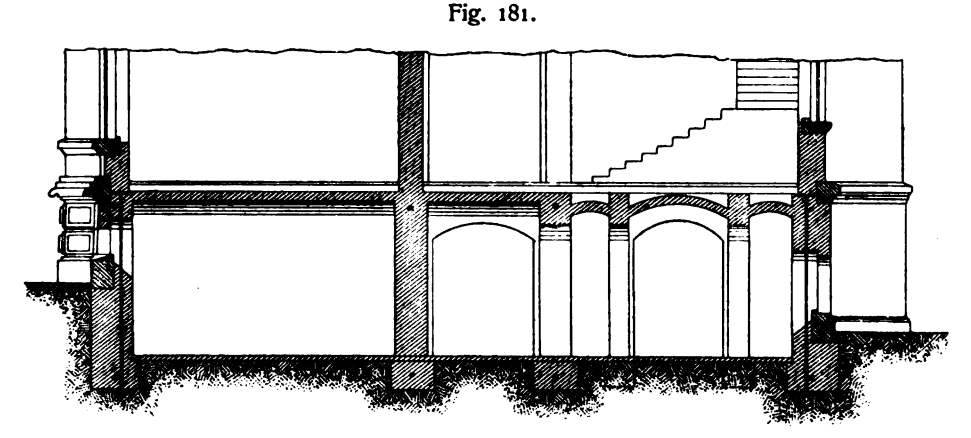


Verankerung des Hauses Ottilien-Straße Nr. 9 in Essen a. d. R.[275]).

aber wird es bei 4 bis 6? Hier bieten ſich zwei Möglichkeiten dar: entweder man ſchafft dem Gebäude ein völlig ſteifes Fundament, welches ſo ſtark iſt, daß es, möge der Boden darunter eine beliebige Form annehmen, nicht zerbricht, ſondern über den Stellen, wo der Zuſammenhang zwiſchen Gebäude und Baugrund verloren gegangen iſt, ſich frei trägt, oder aber man wählt eine Konſtruktion, welche ſo eingerichtet iſt, daß ſie der Senkung bis zu einem gewiſſen Grade folgen kann, gleichzeitig aber die Möglichkeit gibt, die wagrechte Lage wieder herzuſtellen.

Ein völlig ſteifes Fundament könnte man durch einen ſtarken Betonklotz oder durch einen eiſernen verſteiften Roſt erreichen. Im Kohlenbezirk von Saarbrücken hat man eine eiſerne Rahmenkonſtruktion zur Anwendung gebracht, auf welcher dann der weitere Bau ohne Verankerung errichtet wurde. Da dieſer Rahmen aber im ſtande ſein muß, das Gebäude auf größere Strecken frei zu tragen, mithin einer ſehr bedeutenden Stärke bedarf, ſo ſtellen ſich auch die Koſten ſehr hoch.

Fig. 181.



Vom Landgerichtshauſe in Eſſen. — $^1/_{250}$ w. Gr.

Billiger wird man davon kommen, wenn man das Kellermauerwerk durch Anker und Platten, bezw. Verſteifungen zu einem unverſchieblichen Ganzen geſtaltet. Dies iſt der am meiſten verbreitete Grundgedanke. Die Anordnung iſt eine ganz ähnliche wie die oben beſchriebene, welche für die Ausbeſſerung vorhandener Gebäude angewendet wird (ſiehe Fig. 176 bis 180). Nur kann man hier auch für lotrechte Verankerung ſorgen, indem man in das Mauerwerk an wichtigen Punkten lotrechte Anker einlegt, welche das Abheben des oberen Mauerwerkes vom unteren verhindern.

Heinzerling hat hierfür theoretiſche Betrachtungen angeſtellt, deren Hauptergebniſſe folgende ſind. Für die Verankerungs-Konſtruktion erſcheint es vorteilhaft, die Dicke der Mauer und das Gewicht derſelben — z. B. durch Anwendung von Fachwerk oder Hohlſteinen — ferner die Tiefe des Gebäudes, die Zahl und Belaſtung der Zwiſchendecken, ſowie das Gewicht der Bedachung möglichſt zu vermindern, dagegen den Abſtand der Verankerungsebenen möglichſt zu ſteigern und zu den Zugankern nur das zäheſte Eiſen zu verwenden. Beſonders wichtig aber erſcheint die Verminderung der Gebäudelänge. Wo, wie in ſtädtiſchen Straßen, fortlaufende Gebäudereihen herzuſtellen ſind, iſt es aus dieſem Grunde rätlich, die einzelnen Gebäude nicht im Zuſammenhange zu mauern, ſondern etwa durch gemauerte Feder und Nut mit geringem Spielraume zu verbinden und jedem derſelben eine ſelbſtändige Senkung zu geſtatten.

Letzterer Grundſatz iſt bei der Errichtung des Landgerichtshauſes in Eſſen in ausgedehnteſter Weiſe zur Anwendung gekommen. Der rieſige Gebäudekomplex iſt in 5 einzelne Teile von durchſchnittlich 80 m Frontlänge zerlegt, welche, ſtumpf gegeneinander ſtoßend, einen Spiel-

raum von 4 cm zwischen sich lassen. Hierdurch wird erreicht, daß sich nicht nur die einzelnen Teile unabhängig voneinander senken können; sondern es darf sogar eine gewisse Schrägstellung eintreten. In das Bankettmauerwerk und in der Höhe der Kellergewölbe sind zwei vollständige Verankerungssysteme eingelegt. Die Keller sind auf Schienen überwölbt, welche ebenfalls durch Annieten kräftiger Splinte zur Verankerung herangezogen sind. Die Kopfplatten der durchgehenden Anker liegen beim unteren System außerhalb des Mauerwerkes, beim oberen innerhalb desselben. Lotrechte Anker, von der Unterkante des Bankettes bis zum Erdgeschosse reichend (Fig. 181), vollenden die Unverschieblichkeit des Kellermauerwerkes. Oberhalb desselben sind ungewöhnliche Verankerungen nicht angebracht[276]).

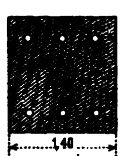
Seit etwa 1895 wendet man bei solchen Neubauten manchmal Betonfundamente an, welche nach *Monier*'scher Art durch Eiseneinlagen eine größere Festigkeit gegen Biegung erhalten. So hat man in Essen zuerst das Eisenbahndirektionsgebäude, später das Empfangsgebäude des Hauptbahnhofes gesichert.

Hierbei ist grundsätzlich beobachtet worden:

1) eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Last auf den Baugrund und

2) eine Belastung des Baugrundes mit höchstens 2 kg auf 1 qcm.

Fig. 182.



Die Fundamente (Fig. 182) sind aus Beton angefertigt, welcher 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 5 Teile Bruchstein-Kleinschlag enthält. In den Beton sind jedesmal in einem Abstande von $^1/_6$ der Höhe unterhalb der Oberkante und oberhalb der Sohle glatte Rundeisenstäbe von 50 mm Durchmesser eingelegt, mithin in die Schwerlinie des gedrückten, bezw. gezogenen Teiles. An der Kreuzungsstelle sind die Eisenstäbe übereinander weggeführt und mit Eisendraht verbunden. So ist ein vollständiger Steinbalkenrost entstanden. Anker und Ankerplatten sind nicht verwendet. Die Druckfestigkeit des Betons ist auf 10 kg, die Zugfestigkeit des Eisens auf 1000 kg für 1 qcm bemessen.

Will man bei zum Teil sichtbaren Fundamenten statt des Betons Ziegelmauerwerk in Zementmörtel anwenden, so empfiehlt es sich wieder, auf je $^1/_6$ der Flachschienen von 20×70 mm Querschnitt einzulegen, und zwar hochkantig in die Höhe Längsstoßfugen.

Bei Kirchen soll man das Mauerwerk des Turmes nicht mit demjenigen der Kirche verbinden, weil der erstere schwerer ist und in der Regel tiefer einsinkt als die letztere.

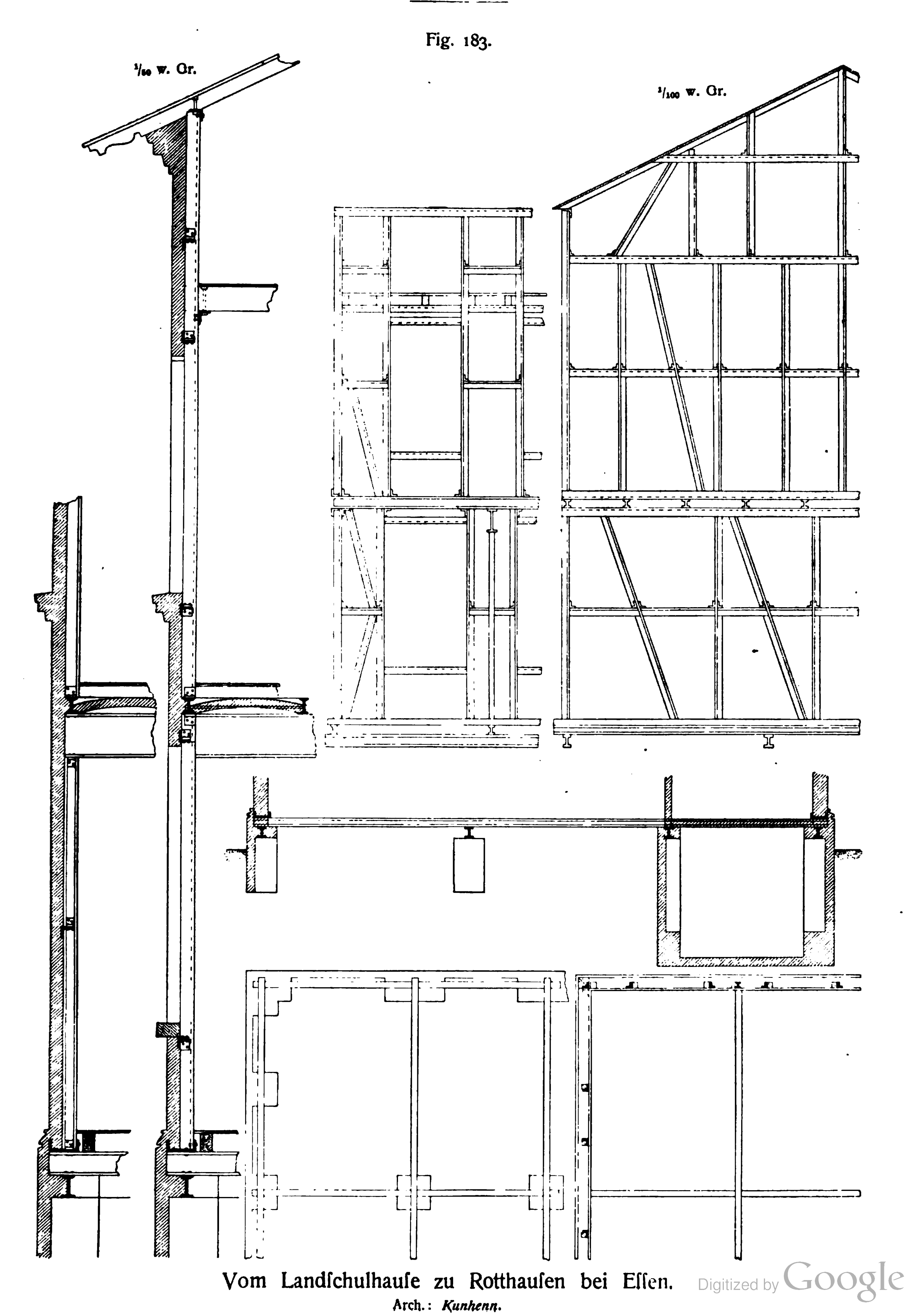
Bei der durch *Senz* in Köln errichteten evangelischen Kirche in Kray, Landkreis Essen, ist folgendes beobachtet. Der Turm und die daneben liegenden Treppenhäuser stehen auf einer Betonplatte von 1,30 m Stärke, welche durch einen liegenden Trägerrost armiert wurde. Im übrigen enthält der Turm in der Höhe der 3 Fußböden Ringverankerungen aus I-Eisen mit Splinten an den Ecken. Das Glockengeschoß ist durch einen Kranz von Winkeleisen im Fußboden und einem ebensolchen Kranz über dem Scheitel der Schallluken, welche beide durch Walzprofile verbunden sind, verankert. An dieses System ist von oben die Verankerung der Turmspitze angeschlossen worden. Das Turmmauerwerk greift mit Spundung in das Kirchenmauerwerk. Letzteres ist in der folgenden Weise verankert. In der Höhe des Sockels liegt eine aus I-Trägern bestehende Ringverankerung, ebenso in der Höhe des Emporenfußbodens und eine dritte in Gesimshöhe. Noch größere Sicherheit würde man erreicht haben, wenn man, wie dies von *Senz* beabsichtigt war, auch eine Verankerung in die Bankette eingelegt und diese mit der Sockelverankerung verbunden hätte.

132. Holzfachwerkbau. Obwohl durch derartige Maßregeln ein verhältnismäßig hoher Grad von Sicherheit erreicht wird, so muß man sich im allgemeinen doch klar machen, daß die Verbindung von Ankern und Mauerwerk keine vollständige Versteifung herbeiführen kann.

Wo man nicht durch die etwa verlangte Monumentalität gebunden ist, wird

[276]) Bis jetzt (1902) hat sich die im Jahre 1881 ausgeführte Sicherung vollkommen bewährt. Wie von vornherein zu erwarten war, zeigen sich da, wo die 5 einzelnen Komplexe aneinander stoßen, zwar Risse, die manchmal ziemlich stark sind; doch lassen diese sich mit Leichtigkeit durch Zustreichen beseitigen.

Fig. 183.



Vom Landschulhause zu Rotthausen bei Essen.

Arch.: *Kunhenn.*

man daher den Massivbau verlassen müssen. *Von Dechen* empfiehlt für gewöhnliche Wohnhäuser und sonstige kleinere Baulichkeiten den Holzfachwerkbau, indem er beobachtet hat, daß dieser weit weniger zu leiden hat als der Massivbau. Dies erklärt sich daraus, daß das Holz bis zu einem gewissen Grade im stande ist, den Biegungen des Erdreiches zu folgen.

133. Sicherung gegen stärkere Senkungen.

Noch größere Sicherheit bietet der Schrotholz- oder Blockhausbau, bei welchem ja in jeder einzelnen Schicht eine vollständige Ringverankerung durch das Holz selbst gebildet wird.

Aber alle diese Konstruktionen können nur mäßigen Bodensenkungen entgegenwirken.

Kommt ein größerer Gebäudeteil frei zu schweben, so werden sie nicht mehr ausreichen, und man muß dann zum zweiten der oben genannten Prinzipe übergehen und die Konstruktion derartig wählen, daß die Verbindung zwischen dem Gebäude und dem abgesunkenen Erdreich durch Untermauerung wieder hergestellt werden kann, nachdem man ersteres, so gut es geht, durch Erdwinden wieder in die wagrechte Lage gebracht hat.

Von diesem Gedanken ausgehend, hat *Kunhenn* 1878 das *Mallinckrodt*'sche Geschäftshaus in Essen und 1881 das Schulhaus in Rotthausen in folgender, durch Fig. 183 veranschaulichter Weise konstruiert.

Das Fundament- und Kellermauerwerk besteht aus einzelnen Pfeilern, welche, um das Eindringen des äußeren Erdreiches in die Keller zu verhindern, nur durch schwache Wände verbunden sind. Ist nun eine stellenweise Senkung eingetreten, so werden letztere durchgeschlagen und Erdwinden eingesetzt, welche das obere Gebäude wieder in die wagrechte Lage bringen und so lange darin erhalten, bis die abgesunkenen Pfeiler neu aufgemauert sind. Um dies zu ermöglichen, ist das ganze Gebäude oberhalb der Pfeiler in Eisenfachwerk konstruiert. An beiden Langseiten liegt zunächst je ein I-Träger; über denselben, durch einzelne Mittelpfeiler unterstützt, liegen die Querträger, die zugleich als Träger für die Kellerkappen dienen, daher an dieser Stelle keinen besonderen Geldaufwand verursachen. Auf diesen ruht in den Außenmauern ein ⊔-Eisen, in gleicher Höhe ringsum laufend, welches zur Hälfte als Basis, bezw. Schwelle für das Eisenfachwerk dient, zur anderen Hälfte aber auch das Verblendungsmauerwerk unterstützt. Es ist nämlich hier verblendetes Fachwerk gewählt, durch welches ein doppelter Vorteil erreicht wird: einmal wird ein besseres Warmhalten für die Innenräume erzielt; dann aber auch wird die Eisenkonstruktion gegen die Temperaturveränderungen geschützt.

134. Gutachten über Bodensenkungen.

In den Kohlenbezirken wird dem Architekten heutzutage häufig die Frage vorgelegt, ob Risse an Gebäuden vom Bergbau herrühren oder nicht. Völlig sichere Merkmale gibt es hierfür nicht, da andere Ursachen, wie ungleichmäßig sich zusammendrückender Untergrund und mangelhafte Gründung, ganz ähnliche Erscheinungen hervorrufen.

In erster Linie hat man darauf zu achten, ob am Gebäude vorhandene wagrechte Gliederungen, wie Haupt-, Gurt- und Sockelgesimse, Abweichungen von der Wagrechten aufweisen. Letzteres wird durch ein Nivellement untersucht, wofür sich in der Regel das Sockelnivellement eignet. Diagonale Risse im Deckenputz zeigen an, daß Verbiegungen des Gebäudes stattgefunden haben. Risse in den Scheiteln der Fensterbogen beweisen, daß Ausweichungen der Front- oder Giebelmauern eingetreten sind; Ablotungen ergeben das genaue Maß derselben. Kommt hierzu ein Gutachten der Bergsachverständigen, daß unterhalb des Gebäudes Bergbau getrieben ist oder nach Lage der Erdschichten die Einwirkung nahe gelegener Gruben sich bis an das erstere erstrecken kann, so ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf „Bergschäden" zu schließen. Zur Sicherheit wird die Vermutung, wenn ein Haus mehrere Jahre unversehrt gestanden hat und dann plötzlich, unter Auftreten der angegebenen Erscheinungen, zu reißen beginnt.

b) Sicherung der Gebäude gegen Erderschütterungen.

Neuere Naturforscher teilen die Erderschütterungen in vulkanische und in nicht vulkanische ein. 135. Erd-erschütterungen.

Die ersteren gehen den Eruptionen der Vulkane voraus und begleiten dieselben. Sie machen sich bemerkbar, sobald im Inneren des Kraters die dem Erdinneren entströmenden Gase und Dämpfe die zähe Lavamasse explosionsartig durchbrechen.

Die nicht vulkanischen können sehr verschiedenartige Veranlassung haben, und zwar wird jede räumliche Veränderung in den Gesteinsschichtungen als ein Erdbeben empfunden.

Eine Hauptursache derselben bildet die Kontraktion der Erdrinde infolge der Abkühlung des Erdballes. Eine andere ist in den chemischen Veränderungen der Gesteine zu suchen, z. B. des Anhydrits in Gyps, des Kalksteines in Dolomit, des Schiefertones in Tonschiefer, sowie in der Zersetzung der Kohle, wobei durch das Entweichen von Kohlensäure, Kohlenoxyd etc. ein Substanzverlust entsteht. Eine dritte finden wir in unterirdischen Auswaschungen, z. B. der Salzlager (Wieliczka, Staßfurt), sowie unter Thermalbädern (Aachen, Agram, Ischia). Immer aber ist der Zusammenbruch unterirdischer Höhlungen die letzte Veranlassung.

Fig. 184.

Fig. 185.

Fig. 186.

Die Wirkungen an der Erdoberfläche werden als sukkussorische (stoßweise) und undulatorische (wellenförmige) empfunden. Häufig bilden sich Erdspalten und plötzliche Bodensenkungen. Die Erschütterungen machen sich am Erdboden sehr wenig, auf hohen Türmen sehr stark bemerkbar, innerhalb der Bergwerke meistens gar nicht. Felsboden bietet ein Hindernis für die Fortpflanzung des Erdbebens; vom Wasser durchzogenes Terrain begünstigt dieselbe. Immer geschieht sie strahlenförmig von einem Mittelpunkte aus (Epizentrum), unter welchem man den eigentlichen Erdbebenmittelpunkt (Zentrum) zu suchen hat.

Die Bauwerke leiden durch das Erdbeben mehr oder minder, je nach Material und Konstruktion. Stellen wir uns ein freistehendes Stück Mauerwerk (Fig. 184) zunächst unter dem Einflusse einer einzigen Terrainwelle, also ganz abgesehen von den sich wiederholenden Oszillationen, vor. Die beiden lotrechten Außenkanten werden sich senkrecht zur Wellenoberfläche zu stellen suchen und eine größte Abweichung erfahren, welche wir ab nennen wollen. Haben wir in der obersten Quaderschicht (Fig. 184) 3 Quaderlängen, so wird die Öffnung jeder der beiden Stoßfugen gleich ab sein. Haben wir aber eine Bruchsteinmauer (Fig. 185), in deren oberster Schicht sich 5 Stoßfugen befinden, so wird jede derselben $^2/_5\ ab$ betragen, bei einer Backsteinmauer mit 8 Fugen (Fig. 186) sogar nur $^2/_8\ ab$. Die Verschiebung des einzelnen Backsteines wird also eine geringere sein als die des Bruchsteines, und eine weit geringere als die des Quaders. Die Größe der Einsturzgefahr wächst aber proportional mit der Verschiebung des einzelnen Steines. Ziehen wir auch die mehrmaligen Erschütterungen in Betracht, so wird das Verhältnis für das Quadermauerwerk noch ungünstiger. Hat sich die Mörtelfuge geöffnet, so daß also der Baustein einen sich frei bewegenden Körper bildet, so wird 136. Wirkung auf Gebäude.

der Quader infolge ſeiner viel größeren Maſſe auch eine bedeutendere lebendige Kraft gewinnen.

Iſt, wie gewöhnlich, das Quadermauerwerk mit einer Bruch- oder Backſteinhintermauerung verſehen, ſo wird die Gefahr noch größer. Während ſich in einer ſolchen Mauer die Fugen an der Anſichtsfläche ſehr weit zu öffnen ſtreben, können jene der Hintermauerung nur wenig folgen; während die Quader die Neigung zu einer heftigen Bewegung haben, iſt die lebendige Kraft der Hintermauerung eine geringe, ſo daß ſchließlich eine vollſtändige Lostrennung der Faſſadenfläche von der Hintermauerung erfolgen muß.

Zu Gunſten des Backſteinmauerwerkes ſpricht auch die beſſere Verbindung durch den Mörtel, deſſen Adhäſion an Sand- und Kalkſtein, Granit und Marmor eine geringe iſt.

Noch beſſer aber als Backſteinmauerwerk wird ſich, nach den vorangegangenen Betrachtungen, Betonmauerwerk bewähren, bei welchem die Gleichartigkeit die größte, die Mörtelverbindung die ſtärkſte, die Maſſe der einzelnen Teile die geringſte iſt.

Dieſe hier theoretiſch aufgeſtellten Grundſätze werden durch die Erfahrung beſtätigt. Nach den Beobachtungen des Generals *Tripier*[277]), welcher 14 Jahre in Afrika ſtand und mehrere Erderſchütterungen erlebte, wurden zu Point-à-Pitre und zu Mascara (in der Provinz Oran) Backſteinbauten wenig beſchädigt, während die Quaderbauten größtenteils einſtürzten, und zwar löſte ſich bei dieſen vielfach das Faſſadenmauerwerk von der Hintermauerung ab. Die meiſten derartigen Außenmauern brachen über der Balkenlage des I. Obergeſchoſſes ab und ſtürzten nach außen. Am beſten bewährten ſich die aus der Zeit der Mauren ſtammenden Gußmauern.

137. Sicherung der Mauern.

Hat man daher unter den Bauſtoffen die Wahl, ſo wird man bei Neubauten Beton vorziehen. Tatſächlich haben die Franzoſen neuerdings kleinere Militärlazarette in Afrika ſo konſtruiert. Dieſelben ſind überwölbt.

Leider finden wir aber in vielen Gegenden weder Backſtein-, noch Betonmaterial, noch einen feſt bindenden Mörtel, dafür aber vorzügliche Quader- und Bruchſteine. In ſolchen Fällen muß man durch Hilfskonſtruktionen die Feſtigkeit zu erhöhen ſuchen. Die Quader jeder einzelnen Schicht ſind unter ſich durch Eiſen- oder Bronzeklammern, mit der darüber und darunter liegenden Schicht durch Stein- und Eiſendübel zu verbinden, ſo daß das Klaffen der Fugen und die Bewegung des einzelnen Steines völlig vermieden wird. Ferner muß die Hintermauerung an das Faſſadenmauerwerk eng angeſchloſſen werden. Dies geſchieht in erſter Linie durch Anordnung zahlreicher Quaderbinder, welche möglichſt durch die ganze Mauerſtärke hindurchreichen müſſen. Außerdem ſind kurze Anker anzuordnen, deren Splinte die Bruchſteine oder Backſteine an die Quader herandrücken. Hauptſächlich hat dies in den am meiſten gefährdeten Fenſterpfeilern zu geſchehen.

Daß die Quaderbauten der alten Griechen und Römer ſorgfältige Klammerverbindung der Werkſteine jeder Schicht und eine Verbindung der einzelnen Schichten durch eiſerne oder hölzerne Dübel zeigten, iſt genügend bekannt. Nur ſo iſt ihre Widerſtandskraft gegen zahlreiche Erdbeben zu erklären, wenn auch vielleicht der Schutz hiergegen nicht beabſichtigt war.

Wie ſich das Fehlen dieſer Sicherung rächt, zeigt die *Michaels*-Kapelle im Münſter zu Aachen ſehr deutlich. Hier ſind durch verſchiedene Erderſchütterungen die Quader ſämtlicher Fenſterpfeiler ſo bedeutend verſchoben, daß die vortretenden Halbſäulen (Dienſte) Schlangenlinien bilden. Die Verſchiebung der einzelnen Quader übereinander beträgt ſtellenweiſe 4 cm. Beim Neubau des Glockenturmes daſelbſt wurden 1882 die einzelnen Schichten durch Steindübel, 8×8 cm breit und 15 cm hoch, an den Ecken und Strebepfeilern verbunden; an Zwiſchenpunkten ſind Eiſendübel, 10 cm lang und 2 cm ſtark, eingelegt. In derſelben Schicht wurden die einzelnen Quader durch Eiſenklammern, 18 cm lang, 2 cm breit und 1 cm ſtark, verbunden. In der Höhe der Fenſter hat das Mauerwerk wegen der ſtarken Durchbrechungen am meiſten zu leiden; deshalb iſt an

[277]) Vergl.: *Nouv. annales de la conſtr.* 1867, S. 58.

dieſer Stelle ein Ringanker in den ganzen Umfang gelegt, welcher in den Fenſtern gleichzeitig als Sturmeiſen dient. Letztere Vorſichtsmaßregel iſt bereits bei der Erbauung des herrlichen Chores, welcher aus dem XIV. Jahrhundert ſtammt, angewendet worden. Trotz der zahlreichen Erdbeben, welche die Stadt Aachen ſeitdem heimgeſucht haben, hat dieſer Chor, welcher uns durch ſeine außerordentlich kühne Konſtruktion in Erſtaunen verſetzt, nicht im mindeſten gelitten.

Wie man dieſe Schutzmittel nachträglich bei älteren Bauwerken anwenden kann, dafür teilt General *Tripier*[277]) ein Beiſpiel in den Rekonſtruktionsarbeiten des *Beglick*-Hoſpitals zu Mascara mit. 138. Nachträgliche Sicherung.

Am Nordweſtflügel desſelben hatte ſich die Blendung von der Hintermauerung getrennt. Nun legte man im Äußeren und Inneren lotrecht an die Fenſterpfeiler ſtarke, durch Bolzen verbundene Hölzer und verband außerdem die Mauern unter ſich durch eiſerne Anker. Obgleich das Mauerwerk ſehr mangelhaft war, hat das Erdbeben von 1851 demſelben nichts geſchadet, während der weit beſſer gebaute ſüdliche Flügel, für den man eine derartige Vorſicht nicht gebraucht hatte, zuſammenſtürzte.

Allein die Befeſtigung der einzelnen Mauern in ſich genügt noch keineswegs. Zwei lotrechte Mauern werden beim Durchgange eines Wellenberges nach oben divergieren, beim Durchgange des Wellentales konvergieren. Wiederholt ſich dieſe wechſelnde Bewegung mehrfach, ſo wird der Einſturz unvermeidlich ſein, wenn nicht das Ausweichen der Mauern durch gegenſeitige Verankerung und Verſtrebung gehindert wird. 139. Sicherung ganzer Gebäude.

Bei geringen Erſchütterungen wird es genügen, die Balken möglichſt in ganzen Längen durch das Gebäude zu legen, bezw. die Stöße derſelben gut durch Schienen zu ſichern und außerdem die erforderliche Zahl von Balken- und Giebelankern anzubringen. Beim Erdbeben von Djijely (1856) blieben nach *Tripier* die balkentragenden Scheidewände unverſehrt ſtehen, während die den Balken parallelen Umfaſſungswände einſtürzten.

Am ſchwierigſten iſt der Schutz von Gebäuden ohne Innenmauern, wie von Kirchen, Sälen, Speichern, Körnermagazinen und Fabriken. Hier genügt es nicht, das Fallen nach außen zu hindern, ſondern auch den Einſturz nach innen, ſo daß alſo außer einer Verankerung auch eine Verſtrebung angebracht werden muß. Die beſten Dienſte hierfür leiſten die Überwölbungen, welche aber durch hoch geführte Hintermauerung und kräftige Anker zuſammengehalten werden müſſen.

Bei ſtärkeren Erſchütterungen wird man zu kräftigeren Mitteln greifen und das Gebäude durch ein Syſtem von wagrechten eiſernen Bändern und lotrechten Schienen einſchnüren müſſen. Beſonders wird dies in den oberen, ſtärker ſchwankenden Geſchoſſen notwendig ſein. 140. Sicherung gegen ſtärkere Erſchütterungen.

In Smyrna haben ſich Backſteinbauten, bei denen in den Lagerfugen des Mauerwerkes Bandeiſen wagrecht eingelegt wurden, recht gut bewährt, ohne daß dieſelben auch lotrecht verbunden waren[278]).

In Japan aber haben franzöſiſche Ingenieure auch die lotrechten Verbindungen für notwendig erachtet[279]).

Die Konſtruktion iſt folgende (Fig. 187 u. 188). In die Lagerfugen der Außen- und Innenmauern ſind, wie in Smyrna, Flachſchienen *A* (60×20 mm) eingelegt, die erſte in das Fundament, die zweite in die Höhe der erſten Balkenlage etc. An den Ecken und an den Kreuzungspunkten greifen dieſe Schienen übereinander und ſind mit Öhren verſehen, durch welche die lotrechten Rundeiſen *B* (von 40 mm Stärke) geſteckt ſind. Dieſe vertreten die Splinte und verhindern zugleich das Öffnen der Lagerfugen, indem ſie die Flachſchienen miteinander verbinden. Auf dieſe Weiſe entſtehen quadratiſche Felder, innerhalb deren eine Bewegung des Mauerwerkes kaum möglich iſt. Der Temperaturunterſchied beträgt dort 40 Grad; auf 4 m Länge wird ſich das Eiſen

[278]) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

[279]) Siehe: *Memoires de la ſoc. des ing. civils* 1877, S. 462.

um 2 mm ausdehnen. Zur Ausgleichung dienen Tannenholzkeile, welche in die Öhre gesteckt werden und sich um 2 mm zusammenpressen lassen.

Bei der Kaserne zu Aumale hatten sich während des Erdbebens vom 1. Oktober 1858 Trennungen zwischen den Fassadenmauern und den Scheide-, bezw. Giebelmauern gezeigt. Um das Gebäude zu erhalten, verband man die Fassaden unter sich durch lange eiserne Anker längs der Innenmauern und die Giebelwände ebenso mit den letzteren. Außerdem legte man in jedem Obergeschoß in der Höhe der Fensterstürze eiserne Bänder um das ganze Gebäude herum, welche unter sich wiederum durch starke lotrechte Stangen verbunden waren, eine Arbeit, welche 35000 Franken kostete.

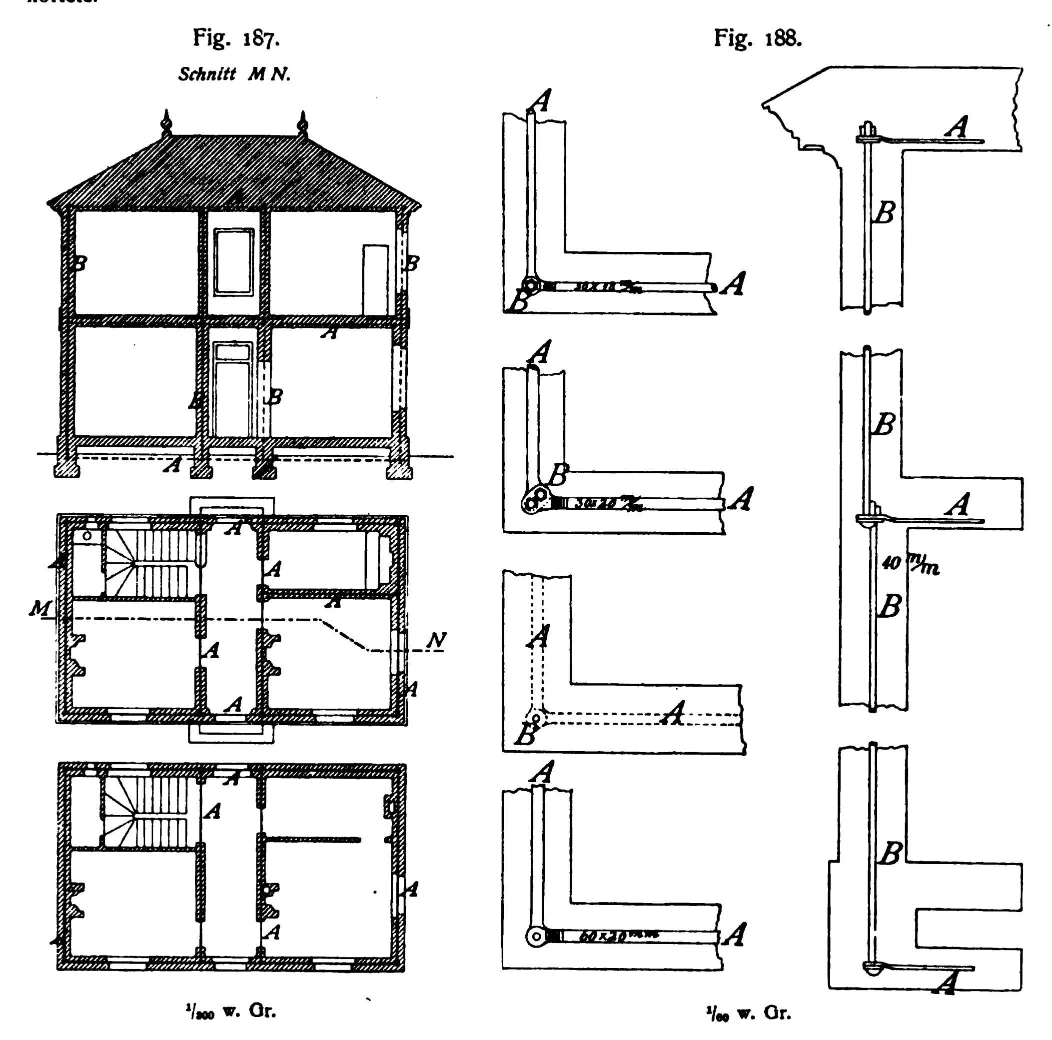


Fig. 187. 1/300 w. Gr.

Fig. 188. 1/60 w. Gr.

Wie man aber auch den Massivbau verankern möge, so wird er doch in Bezug auf Sicherheit hinter anderen Konstruktionen zurückstehen.

Wenn man sieht, welche bedenklichen Neigungen in alten deutschen Städten die Holzfachwerkbauten angenommen haben, ohne daß man an einen Abbruch denkt, so kann man wohl daraus schließen, welche Verbiegungen ein solches Gebäude bei Erdbeben erleiden kann, ohne zusammenzustürzen. Schwellen und Rahmen bilden eine vollständige Ringverankerung, eine sorgfältige Schienenverbindung aller Ecken und Stöße vorausgesetzt.

In Smyrna hielt man[278]) bis zur Einführung der Bandeisenanker streng an Fachwerkhäusern mit einem Geschoß fest, d. h. mit Erd- und Obergeschoß. Konstruiert sind dieselben in einfachem

oder auch in verblendetem Holzfachwerk. Letzteres hält sich gut, solange das Holz gesund bleibt; wenn die Fäulnis beginnt, tritt das entgegengesetzte ein, wie z. B. beim englischen Konsulatgebäude.

Noch wirksamer als Fachwerk ist der Schrotholz- oder Blockhausbau. Hier hat das Gebäude eigentlich in jeder Höhe eine Ringverankerung; Außen- und Innenwände besitzen vollkommene Steifigkeit; das ganze Bauwerk ist homogen, da es nur aus Holz besteht; ein Herausfallen von Backsteinen, wie beim Fachwerkbau, kann nicht vorkommen.

Ist Holzbau in Rücksicht auf Feuersgefahr nicht zulässig, so bleibt nichts anderes übrig als der Eisenfachwerkbau. Auf der Pariser Ausstellung 1878 waren von *Moisant* Zeichnungen zu Wohnhäusern auf der Insel Guadeloupe ausgestellt, welche dieses System zeigten.

Da die Erfahrung zeigt, daß unterhalb der Erdoberfläche die Wirkungen des Erdbebens abnehmen, so empfiehlt sich eine tiefe Gründung.

In Tokio hat man ein Gebäude auf Kugeln gesetzt, welche auf untergelegten, mäßig gekrümmten Platten ruhen; angeblich mit Erfolg [280]).

Statt langer Gebäudekomplexe wird man einzelne voneinander getrennte Gebäude errichten, weil sich bei diesen die Wellenwirkung weniger bemerkbar macht [281]).

Alle diese Schutzmittel sind im wesentlichen dieselben, wie sie in Deutschland gegen die Bodensenkungen (siehe Art. 129 bis 134, S. 166 bis 174) angewendet werden.

Außer den Mauern müssen auch alle übrigen Teile eines Gebäudes möglichst fest konstruiert werden. Vor allen Dingen sind die Schornsteine sorgfältig zu verankern; Ziegeldächer sind zu vermeiden oder wenigstens gut in Kalk einzudecken, besser aber durch Zink-, Asphalt- oder Holzzementdächer zu ersetzen. Letztere dürfen nicht zu schwer durch Kies und Erde belastet werden. In Smyrna haben sich flache Dächer, mit einem 20 bis 25 cm hohen Gemenge von Erde und Steinen, welches die Mauern zu sehr belastet, nicht bewährt [282]). 141. Sicherung der Schornsteine, Dächer etc.

Auf die Herstellung eines festen Deckenputzes ist besondere Rücksicht zu nehmen. Treppen dürfen nur aus Holz oder Eisen konstruiert werden.

Zum Schlusse hätten wir noch etwas über die Stellung von Bauwerken zu sagen, wenn das Epizentrum und die Laufrichtung der Erdbebenwelle aus wiederholten Vorkommnissen bekannt sind, wie dies namentlich in der Umgebung der Vulkane der Fall ist. Steht eine Mauer senkrecht zur Laufrichtung einer Welle, also parallel zur Welle selbst, so wird dieselbe, indem sie unter der Mauer durchläuft, diese heben und senken, ohne ihr großen Schaden zu tun. Steht sie aber radial zum Epizentrum, so werden einzelne Teile der Mauer gehoben, andere gleichzeitig gesenkt, und es muß notwendigerweise ein Zerreißen erfolgen. Eine kurze Mauer hat selbstverständlich hierbei weniger zu leiden als eine lange, woraus sich die Regel ergeben würde, Häuser möglichst so zu stellen, daß ihre kurzen Fronten radial zum Epizentrum stehen. 142. Stellung der Gebäude.

Die im vorstehenden angegebenen Sicherungsmittel finden sich in dem Entwurfe zu Vorschriften für Errichtung von Gebäuden auf der Insel Ischia zum Teil praktisch verwertet. Wir teilen daraus das folgende mit. 143. Vorschriften für die Insel Ischia.

Als Bauplatz soll hinfort tunlichst eine ebene oder wenig geneigte Fläche gewählt werden, da die Lage der Gebäude an steileren Abhängen sich als sehr verhängnisvoll erwiesen hat. Die allgemeine Grundrißform der Gebäude soll die quadratische sein oder sich derselben doch möglichst

---

280) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 56.

281) Siehe ebendas.

282) Siehe: *Engineer*, Bd. 50, S. 308.

nähern. Iſt für die betreffende Lage eine beſtimmte Richtung feſtgeſtellt, in welcher die Erdſtöße in der Regel erfolgen, ſo iſt das Gebäude ſo zu ſtellen, daß eine ſeiner Diagonalen mit der Richtung der Erdſtöße zuſammenfällt. Wenn der Baugrund an ſich nicht genügend feſt iſt, ſo muß durch Herſtellung einer Schicht von Mauerwerk oder Beton ein künſtliches Fundament geſchaffen werden. Die Dicke dieſer Schicht ſoll mindeſtens 0,70 m betragen, wenn das Gebäude aus leichtem Material aufgeführt iſt, dagegen mindeſtens 1,20 m, wenn es mehr als ein Stockwerk erhalten oder aus ſchwererem Material hergeſtellt werden ſoll. Kein neues Gebäude darf mehr als 2 Geſchoſſe über dem Erdboden haben. Ein Kellergeſchoß iſt zuläſſig; doch muß ſeine Höhe auf das notwendigſte Maß beſchränkt werden. Die Höhe des Gebäudes, vom tiefſten Punkte des Fußbodens an gerechnet, bis zum höchſten Punkte der Umfaſſungsmauern darf 9,50 m nicht überſteigen.

Als zweckmäßigſte Art der Ausführung der Umfaſſungs- und Hauptſcheidewände wird ein mit dem Namen *Baraccato* bezeichnetes Syſtem empfohlen, welches ſich auch in anderen, der Erdbebengefahr ausgeſetzten Gegenden beſonders bewährt haben ſoll. Es beſteht darin, daß zunächſt ein kräftiges Fachwerk aus Holz oder Eiſen mit gutem wagrechten oder lotrechten Verbande hergeſtellt wird und die Fächer dann ausgemauert werden. Die zur Ausmauerung dienenden Steine ſollen möglichſt leicht ſein und werden gegen das Herausfallen nach innen oder außen noch durch geeignete Mittel — Übernageln von Latten über die Flächen hin und dergl. — geſichert.

Mit Gewölben dürfen bei neuen Gebäuden nur die Kellerräume überdeckt werden. Das Gewölbe muß aber aus gutem Material und aus gutem Mörtel kunſtgemäß ausgeführt werden. Der Gewölbebogen ſoll aus einem Mittelpunkte geſchlagen ſein und mindeſtens $^1/_3$ Pfeilhöhe haben. Die Schlußſteinſtärke darf nicht unter 0,25 m betragen.

Alle Wohnräume ſollen mit Balkendecken verſehen ſein, deren Balken mit dem Fachwerk der Umfaſſungs- und Scheidewände ſorgfältig zu verbinden ſind. Ebenſo ſoll auch das Dachgerüſt in feſter Verbindung mit dem Fachwerk der Wände ſtehen. Werden Ziegel zur Deckung verwendet, ſo müſſen dieſe möglichſt leicht ſein und mit Nägeln, Haken oder in anderer Weiſe ſo befeſtigt werden, daß ſie auch bei ſtarken Stößen nicht herabfallen. Als Bauholz wird das Kaſtanienholz empfohlen, welches vom italieniſchen Feſtlande zu verhältnismäßig billigen Preiſen zu beſchaffen iſt. Sollen die Wände nicht in Fachwerk, ſondern maſſiv hergeſtellt werden — was in der Regel nur geſtattet werden darf, wenn das Gebäude bloß ein Geſchoß über der Erde erhält und auf einem weniger gefährdeten Platze ſteht — ſo iſt die Aufmauerung in Ziegelſteinen der Ausführung in den auf der Inſel vorhandenen natürlichen Steinen vorzuziehen. Kommen letztere zur Anwendung, ſo müſſen ſie zu parallelepipediſchen Stücken bearbeitet werden, um einen guten Verband damit herſtellen zu können. Die Stärke derartiger maſſiver Umfaſſungsmauern ſoll bei Gebäuden mit nur einem Geſchoß, deſſen Höhe 4,00 m nicht überſteigen darf, nicht unter 0,70 m betragen. Fenſter- und Türöffnungen müſſen in ſolchen Mauern mindeſtens 1,50 m von den Ecken entfernt ſein.

Die Anordnung von Gliedern, welche aus der Front der Mauern hervorſpringen, wie Geſimſe und dergl., iſt tunlichſt zu vermeiden. Balkone müſſen mit den Umfaſſungswänden feſt verbunden werden; bei ihnen darf der am weiteſten ausladende Teil höchſtens um 0,60 m vor die Front vorſpringen. Kirchenneubauten ſollen nur in beſcheidenen Abmeſſungen gehalten werden. Für dieſelben wird eine Baſilikaform mit 3 Schiffen empfohlen. Die Wände ſollen nach dem *Baraccato*-Syſtem oder ganz in Holz, die Säulen zwiſchen den Schiffen aus Eiſen hergeſtellt werden. Hohe Türme dürfen nicht angeordnet werden; die Glocken ſind auf Türmchen, welche ſich nur wenig über die Umfaſſungsmauern erheben und mit dieſen feſt verbunden ſind, aufzuhängen [283]).

Literatur

über „Sicherungen gegen die Wirkung von Bodenſenkungen und Erderſchütterungen“.

Éffets des tremblements de terre ſur les conſtructions en maçonnerie. Nouv. annales de la conſt. 1867, S. 58.

DECHEN, v. Gutachten über die Bodenſenkungen in und bei der Stadt Eſſen. Bonn 1869.

HEINZERLING, F. Hochbau auf unterhöhltem Baugrund. Allg. Bauz. 1878, S. 67.

Conſtructions en vue des tremblements de terre. La ſemaine des conſt. 1877—78, S. 185, 198.

Die Erdbeben und ihre Beziehung zur Bautechnik. ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1880, S. 154.

SPILLNER. Sicherung der Gebäude gegen die Wirkungen des Erdbebens. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 70.

283) Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 128. – Über die Ausführung ſolcher Bauten ſiehe ebendaſ. 1891, S. 353.

SPILLNER. Hochbauten über Gruben-Terrains. Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1881, S. 477.
DELAUNEY, J. *Lois des grands tremblements de terre et leur prévision.* Paris 1884.
Die Wiederbebauung der Insel Ischia. Centralbl. d. Bauverw. 1884, S. 127.
The earthquake in Essex. Engineer, Bd. 57, S. 321.
Sicherung von Gebäuden gegen Erdbeben. Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 56.
KELLER, H. Die Neubauten im Erdbebengebiet auf Ischia. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 353.
MONTOSSUS DE BALLORE, E. DE. *Effets des tremblements de terre sur les constructions et moyens d'y remédier.* Nancy 1894.
TOULA, F. Ueber Erdbeben. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1895, S. 609.
STRADEL, A. G. Bautechnische Studien anläßlich des Laibacher Erdbebens. Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver. 1896, S. 257, 276.

III. Teil, 5. Abteilung:

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

2. Abfchnitt.

Stützmauern und Terraffen, Freitreppen und äufsere Rampen.

1. Kapitel.

Stützmauern.

Von E. SPILLNER.

144. Verfchiedenheit der Anlage.

Unter der Bezeichnung „Stützmauern“ umfaßt man ganz allgemein diejenigen Mauerwerkskörper, welche beftimmt find, Erdreich vor dem Abrutfchen zu bewahren. Häufig unterfcheidet man einzelne Gattungen von Stützmauern, je nachdem diefe beftimmt find, gewachfenen oder aufgefchütteten Boden abzuftützen. Die Benennung derfelben ift keine ganz feftftehende; indeffen ift doch die folgende Unterfcheidung die am meiften verbreitete, welche auch im nachftehenden feftgehalten werden foll.

1) Stützmauern find Mauern, welche den Druck von aufgefchüttetem Material auszuhalten haben,

2) Futtermauern folche, welche den gewachfenen Boden ftützen, und

3) Verkleidungsmauern folche, welche nur den Zweck haben, fonft feftes Geftein vor Verwitterung zu fchützen.

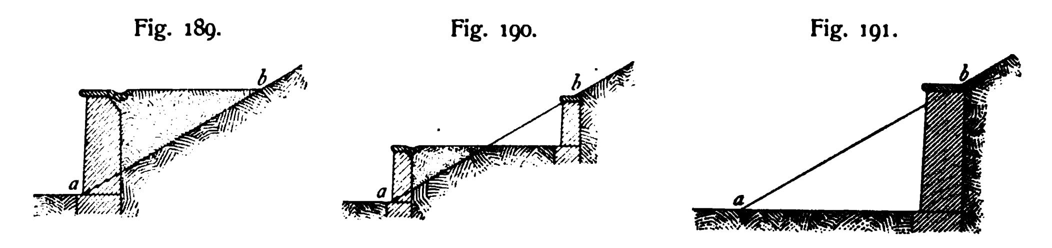
Der Vollftändigkeit wegen müffen wir noch hinzuziehen:

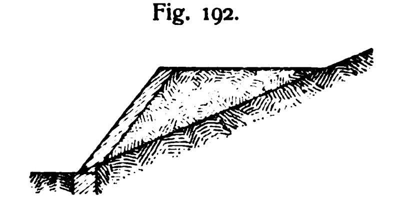
4) Steinbekleidungen, d. h. folche Abpflafterungen, welche beftimmt find, die Böfchung von künftlichen Erdfchüttungen (Dämmen etc.) zu befeftigen.

Der Architekt wird fich mit fämtlichen vier Anlagen da zu befchäftigen haben, wo die Aufgabe vorliegt, ein abhängiges Gelände in ein wagrechtes zu verwandeln.

Ift *a b* die Neigung eines gegebenen Grundftückes, fo läßt fich die wagrechte Ebene auf verfchiedene Weife herftellen:

Fig. 189. Fig. 190. Fig. 191.




Fig. 192.

1) indem man eine Schüttung mit anderweitig gelöſtem Boden herſtellt (Fig. 189),

2) indem man Auftrag und Abtrag auszugleichen ſucht (Fig. 190) und

3) indem man die Wagrechte nur durch Abgrabung gewinnt (Fig. 191).

In Fig. 189 hat man bei *a* eine Stützmauer, in Fig. 190 bei *a* eine Stützmauer, bei *b* eine Futtermauer und in Fig. 191 bei *b* eine Futtermauer.

Iſt das Gelände *a b* felſig, ſo genügt in Fig. 190 u. 191 bei *b* eine Verkleidungsmauer; nimmt man in Fig. 189 nach vorn eine flachere Böſchung (Fig. 192), die jedoch noch immer ſo ſteil iſt, daß der aufgeſchüttete Boden ohne Schutz rutſchen würde, ſo hat man eine Steinbekleidung anzuwenden.

Die wagrechte Bodenfläche in Fig. 193 bis 196 nennt man eine „Terraſſe". Wird eine Berglehne ſo umgeſtaltet, daß anſtatt der früheren Steigung ſich mehrere derartige wagrechte Ebenen ergeben, ſo nennt man ſie eine „terraſſierte". Die Terraſſen werden im folgenden Kapitel beſprochen werden.

145. Konſtruktion im allgemeinen.

Die Aufgabe, ſolche Mauern zweckmäßig zu konſtruieren, iſt eine keineswegs leichte, da hierbei die verſchiedenartigſten Faktoren zu beachten ſind. Ja, wir dürfen behaupten, daß bei keiner Art von Bauwerken ſo viele Einſtürze vorkommen als gerade bei den vorliegenden. Namentlich iſt dies bei den Futtermauern der Fall. Hat man bei trockener Jahreszeit die Abgrabung gemacht und ſieht, wie die Bergwand lotrecht daſteht, ſo läßt man ſich leicht dazu verführen, die Futtermauer recht ſchwach anzunehmen oder gar nur eine Verkleidung anzubringen. Kommt aber der Winter und füllen ſich die Waſſeradern des Berges, ſo ſetzen ſich die ſcheinbar ſo feſten Schichtungen in Bewegung; die Mauer hat den vollen Erddruck auszuhalten, auf den ſie nicht berechnet war, und ſtürzt ein.

Zunächſt hat man ſich alſo die Frage nach der zu wählenden Stärke vorzulegen. Die Verfahren der Berechnung derartiger Mauern ſind zahlreiche und zum Teile ſich widerſprechende. Da aber Stützmauern von bedeutender Höhe nicht in das Gebiet des Architekten, ſondern in das des Ingenieurs fallen, ſo werden dem erſteren empiriſche Formeln Ergebniſſe von ausreichender Genauigkeit liefern.

a) Mauerſtärke.

146. Stärke der Stützmauern.

1) Stärke der Stützmauern. Iſt h die gegebene Höhe einer Stützmauer und b die geſuchte mittlere Stärke derſelben, ſo nehme man in einfachen Fällen:

α) für gut konſtruierte und ſorgfältig gearbeitete Mauern bei trockener, wagrecht gelagerter Hinterfüllung

$$b = {}^2/_7\, h;$$

β) für Mauern gewöhnlicher Konſtruktion und nicht zu naſſer Hinterfüllung

$$b = {}^1/_3\, h;$$

Fig. 193.

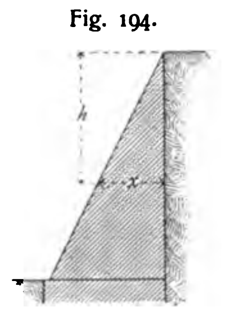
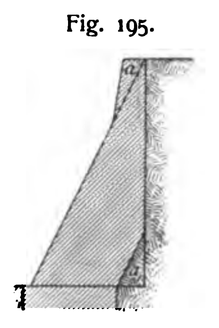

Fig. 194.


Fig. 195.


γ) bei einem tonigen oder lehmigen Hinterfüllungsmaterial, das infolge von Näſſe oder Quellenbildung dem Abrutſchen ausgeſetzt iſt,

$$b = {}^{3}/_{7}\ h.$$

Etwas genauere Ergebniſſe für im Trockenen und am Waſſer ſtehende Stützmauern bis zu 10^m Höhe geben *Intze's* Formeln[284]). Für eine an der Rückſeite abgetreppte oder abgeböſchte, an der Vorderſeite lotrecht oder mit geringer Neigung ($^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$) ausgeführte Mauer (Fig. 193) ergibt ſich die Mauerſtärke x in der beliebigen Tiefe h unter der Kronenhöhe:

α) bei naſſem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}4\ h + 0{,}016\ h^2;$$

β) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}32\ h + 0{,}011\ h^2.$$

Für eine Mauer mit lotrechter hinterer Begrenzung (Fig. 194) ergibt ſich:

γ) bei naſſem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}38\ h + 0{,}006\ h^2;$$

δ) bei trockenem Hinterfüllungsboden

$$x = 0{,}301\ h.$$

Profile für Stützmauern mit Unterſchneidung (Fig. 195) können als bloße Abänderungen des vorigen Profils angeſehen werden, welche ſich ergeben, wenn für das aus praktiſchen Rückſichten an der Vorderſeite erforderliche Profilſtück a ein nahezu ebenſo großes Stück a_1 an der Hinterſeite weggeſchnitten wird.

Für ein Profil, welches an der Vorderſeite $^1/_6$ geböſcht, an der Rückſeite lotrecht iſt, gibt *Häſeler* die folgende Tabelle.

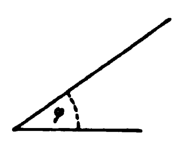
Kronenbreite von Stützmauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Überſchüttung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,64	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
2	0,84	0,99	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
3	1,04	1,21	1,31	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
4	1,24	1,42	1,54	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
5	1,44	1,62	1,76	1,86	1,92	1,94	1,94	1,94	1,94
6	1,64	1,82	1,97	2,09	2,17	2,22	2,22	2,22	2,22
7	1,84	2,03	2,18	2,31	2,41	2,48	2,54	2,54	2,54
8	2,04	2,23	2,39	2,53	2,64	2,73	2,82	2,82	2,82
9	2,24	2,43	2,60	2,74	2,86	2,96	3,08	3,14	3,14
10	2,44	2,63	2,80	2,95	3,08	3,19	3,33	3,41	3,44
Meter	Meter								

Bei eingehenderen Unterſuchungen hat man den natürlichen Böſchungswinkel φ (Fig. 196) in Rechnung zu ziehen. Dies iſt derjenige Winkel, unter welchem ſich die loſe aufgeſchüttete Hinterfüllungserde abböſcht. Mittelwerte dieſes Winkels ſind für

	trockenen Ton oder Lehm	naſſen Ton oder Lehm	Sand und Kies	Dammerde	Waſſer	
$\varphi =$	45	17	26	30	0	Grad.

Fig. 196.



Auf Grundlage von Teil I, Band 1, erſte Hälfte dieſes „Handbuches" läßt ſich ebenſo wie bei einem Tonnengewölbe (ſiehe Teil I, Band 1, zweite Hälfte dieſes „Handbuches", Art. 471, S. 439 u. Art. 479, S. 447[285]), im Profil einer

[284]) In: Deutſche Bauz. 1875, S. 232.

Stütz-, bezw. Futtermauer die **Stützlinie** ermitteln; auch hier ift diefelbe die Verbindungslinie jener Punkte, in denen die Mittelkraft aus allen auf einen Mauerquerfchnitt wirkfamen äußeren Kräften diefen Querfchnitt fchneidet.

Mauern von gleichem Widerftande (d. h. folche, deren Stärke an jedem Punkte dem Erddrucke entfpricht) erhält man bei nahezu wagrecht abgeglichener Hinterfüllung nach *Zimmermann*[286]), wenn man die Konftruktion fo wählt, daß fämtliche wagrechte Lagerfugen von der Stützlinie in der vorderen Grenze des mittleren Drittels gefchnitten werden. Das Profil folcher Mauern ermittelt man am einfachften auf graphifchem Wege, wobei von vornherein bezüglich der Wirkungsweife des Erddruckes zwei Annahmen gemacht werden:

α) daß der Erddruck in $^1/_3$ der Mauerhöhe angreife und

β) daß der Erddruck mit der Hinterfläche der Mauer den Winkel $\lambda = 90° - \varphi$ bilde.

Bezeichnet man die Bafisbreite der Mauer mit x, mit h wieder deren Höhe, fo gilt hierfür die Formel

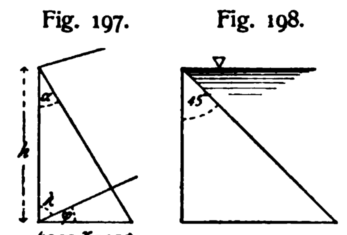


Fig. 197. Fig. 198.

$$x = h \operatorname{tg}\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right) \text{ oder } x = h \operatorname{tg}\frac{\lambda}{2}.$$

Bezeichnet man außerdem den Winkel, welchen die hintere Mauerfläche mit der lotrechten bildet, mit α, fo ift

$$\frac{x}{h} = \operatorname{tg}\alpha, \text{ mithin } \operatorname{tg}\alpha = \operatorname{tg}\frac{\lambda}{2} \text{ und } \alpha = \frac{\lambda}{2}.$$

Man erhält alfo die Bafisbreite zu einer beliebigen Höhe h, indem man an h den Winkel $\alpha = \frac{\lambda}{2}$ anträgt (Fig. 197 u. 198).

In Fig. 197 ift für die Hinterfüllung der Winkel $\varphi = 26$ Grad angenommen; man hat alfo $\alpha = 32$ Grad anzutragen. In Fig. 198 ift Waffer die Hinterfüllung, mithin $\alpha = 45$ Grad.

Wird außer der im Profil überall gleichmäßigen Standficherheit auch eine gleichmäßige Verteilung des Lagerdruckes verlangt, was bei preßbarem Untergrunde der Fall fein wird, dann muß man ein Profil wählen, bei welchem die Stützlinie möglichft in die Mitte fällt. Dies wird nach *Zimmermann*[286]) beim Profil des gleichfchenkeligen Dreieckes erreicht. Man errichte in der Mitte A (Fig. 199 u. 200) der Mauerbafis die Senkrechte zur natürlichen Böfchung bis zum Schnittpunkte C mit einer Wagrechten in halber Mauerhöhe und befchreibe aus C einen Kreis durch die Spitze B der Mauer (derfelbe geht natürlich zugleich durch A); diefer fchneidet die in $^1/_3$ der Mauerhöhe gezogene Wagrechte in einem Punkte D der Hinterfläche. D ift zugleich Angriffspunkt des Erddruckes. Hiermit ift die Neigung der Hinterfläche und, da die Vorderfläche diefelbe Neigung gegen die Lotrechte hat, das ganze Mauerprofil beftimmt.

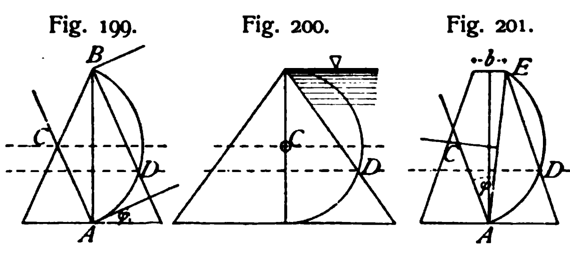


Fig. 199. Fig. 200. Fig. 201.

Wie aus Fig. 199 u. 200 erfichtlich, wird in diefem Falle der Querfchnitt wefentlich größer, als wenn nur gleichmäßige Standficherheit verlangt wird.

Will man das Prinzip der durchweg gleichen Widerftandsfähigkeit verlaffen und nur einen auf die wagrechte Mauerbafis gleichmäßig verteilten Druck erreichen, fo muß man auf die Trapezform übergehen. Man nehme (Fig. 201) die obere Breite b beliebig an, vielleicht nach der Breite der Deckplatten oder bei höheren Mauern $^1/_6$ bis $^1/_4$ der Höhe. Dann verbinde man A mit E und trage in A an AE den Winkel φ an, errichte in der Hälfte von AE die Senkrechte und fchlage um C als Mittelpunkt einen Kreis durch E und A. Die Wagrechte in der Höhe $\frac{h}{3}$ wird von diefem in D gefchnitten. Verbindet man E mit D, fo erhält man die Hinterfläche der Mauer und fymmetrifch dazu auch die Vorderfläche.

Den Trockenmauern gibt man (nach *v. Kaven*[287]) $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ der Stärke von Mörtelmauern.

---

285) 2. Aufl.: Art. 261 (S. 247) u. Art. 270 bis 275 (S. 255 bis 260). – 3. Aufl.: Art. 267 (S. 282) u. Art. 276 bis 281 (S. 290 bis 296).

286) In: Deutfche Bauz. 1881, S. 430.

287) Siehe: Vorträge über Eifenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen 3. Abdr. Aachen 1875.

147. Stärke der Futtermauern.

2) Stärke der Futtermauern. Solche Mauern, welche auf die volle Höhe der Abgrabung geführt werden, erhalten nach *v. Kaven*[287]) ihre obere Stärke d, wenn h ihre ſichtbare Höhe bezeichnet, nach der Formel

$$d = 0{,}29^{\mathrm{m}} + 0{,}17\, h\,.$$

Für Futtermauern mit der Erdüberhöhung H (d. h. wenn das natürliche Gelände anſteigt) gilt die Formel

$$d = 0{,}29^{\mathrm{m}} + 0{,}27\, h - 0{,}1\, h \left(1 - \frac{H}{3h}\right)^2.$$

Für ein Profil, welches an der Vorderſeite $^1/_6$ geböſcht, an der Rückſeite lotrecht iſt, gibt *Häſeler* die folgende Tabelle.

Kronenbreite von Futtermauern:

Sichtbare Mauerhöhe	bei einer Überſchüttung von								
	0 bis 1 m	3 m	6 m	9 m	12 m	15 m	20 m	25 m	30 m
1	0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
2	0,63	0,78	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
3	0,80	0,97	1,07	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
4	0,97	1,15	1,27	1,35	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37
5	1,14	1,32	1,46	1,56	1,62	1,64	1,64	1,64	1,64
6	1,31	1,49	1,64	1,76	1,84	1,89	1,91	1,91	1,91
7	1,48	1,67	1,82	1,95	2,05	2,12	2,18	2,18	2,18
8	1,65	1,84	2,00	2,14	2,25	2,34	2,43	2,45	2,45
9	1,82	2,01	2,18	2,32	2,44	2,54	2,66	2,72	2,72
10	1,99	2,18	2,35	2,50	2,63	2,74	2,88	2,96	2,99
Meter	Meter								

Handelt es ſich um Futtermauern vor Abgrabungen, in denen erhebliche Bewegungen bereits angefangen haben, ſo ſind die Stärken nach obigen Formeln nicht genügend. Wie dieſelben alsdann zu bemeſſen ſind, dafür läßt ſich eine allgemeine Regel nicht geben. In ſolchem Falle bleibt nichts übrig, als zu probieren und eine etwa zu ſchwach ausgefallene Futtermauer durch Strebepfeiler abzuſteifen.

148. Stärke der Verkleidungsmauern.

3) Stärke der Verkleidungsmauern. Nach *v. Kaven* erhalten dieſelben folgende Maße:

bis 2 m Höhe: 0,40 m, gleiche Stärke,
von 2 bis 6 m Höhe: 0,60 m, gleiche Stärke,
über 6 m Höhe: obere Stärke 0,70 m, untere Stärke $0{,}70^{\mathrm{m}} + \frac{h}{10}$.

149. Stärke der Steinbekleidungen.

4) Stärke der Steinbekleidungen an Erdaufſchüttungen. Dieſelbe iſt von der größeren oder geringeren Neigung der Böſchung und vom Schüttungsmaterial des Erdkörpers abhängig, ſo daß ſich auch hier allgemeine Regeln nicht geben laſſen.

Bei vorſichtiger Schüttung und nicht zerfließendem Material kann man $1\,^1/_2$malige, ſelbſt $1\,^1/_4$malige Böſchungen[288]) ohne Bekleidung ausführen. Bis zur 1maligen Böſchung wird in der Regel ſofortige Raſenbekleidung genügen. Bei

[288]) Die ſchrägen Seitenflächen eines Erdkörpers nennt man Böſchungen. Iſt ein Punkt einer Erdböſchung vom Böſchungsfuße lotrecht gemeſſen 1 m, wagrecht gemeſſen 1, m $1^1/_4$ m, $1^1/_2$ m . . . entfernt, ſo ſagt man, der Erdkörper habe 1-, $1^1/_4$-, $1^1/_2$- . . . malige Böſchung. (Vor Einführung des Metermaßes war die Bezeichnung 1-, $1^1/_4$-, $1^1/_2$- . . . füßige Böſchung üblich, die man auch jetzt noch vorfindet.)

noch ſteilerer Böſchung iſt die letztere durch Steinbekleidung zu ſchützen, welche man bei $^1/_2$ maliger Böſchung bereits vollſtändig als Stützmauer zu behandeln und zu berechnen hat.

b) Konſtruktion und Ausführung.

150. Wahl des Materials.

Bei der Wahl des Materials hat man in erſter Linie darauf zu ſehen, daß dasſelbe, beſonders zur äußeren Anſicht, wetterbeſtändig ſei. Hygroſkopiſches Material iſt möglichſt zu vermeiden, da ſich die Feuchtigkeit des Berges oder der Schüttung in dasſelbe hineinzieht und ſtarker Froſt nach und nach eine Zerſtörung herbeiführt. Beſonders gefährlich iſt dies bei Bekleidung mit Marmor. Backſteinmauern, wenn ſie nicht durch und durch von ſehr hart gebrannten Steinen aufgeführt ſind, bekommen bald ein ſcheckiges, häßliches Ausſehen. Bei wertvollem und empfindlichem Material wird man gut tun, nicht allein die obere Fläche mit Aſphalt abzudecken, ſondern auch die ganze Hinterſeite in Zement zu fugen und mit einem Gemiſch von Goudron und Teer zu ſtreichen. Will man noch weiter gehen, ſo legt man eine Luftſchicht ein, wie dies z. B. bei der Stützmauer des Kurgartens in Burtſcheid (Fig. 215 bis 217) geſchehen iſt, wo außerdem Aſphaltabdeckung angewendet wurde.

151. Fugenſchnitt.

Iſt die Mauer nach außen geböſcht, ſo wird der Fugenſchnitt ſenkrecht zur Böſchungsfläche geſtellt. Dies iſt auch in ſtatiſcher Beziehung dann zu empfehlen, wenn, wie bei den meiſt üblichen Profilen mit lotrechter Hinterwand, die Stützlinie annähernd parallel zur Böſchungsfläche geht. Iſt bei derartigen Profilen die Anſichtsfläche ſtark geneigt, ſo daß an der Hinterfläche ein zu ſtarker Verhau des Materials ſtattfinden müßte, ſo wird der Fugenſchnitt in der vorderen Hälfte der Mauer ſenkrecht zur Vorderfront, in der hinteren Hälfte ſenkrecht zur Hinterfront geſtellt, ſo daß ſich alſo in der Mitte der Mauer in der Lagerfuge ein Knick bildet. Eine ſtärkere Neigung als $^1/_5$ gibt man nicht gern, da bei wagrechter Fuge die Anſichtsſteine zu ſpitz werden, bei geneigter Fuge das Eindringen des Tagewaſſers zu ſehr begünſtigt wird.

152. Befeſtigung des Fußes.

Bei der Ausführung derartiger Mauern aller vier Arten iſt zunächſt auf Sicherung des Fußes zu achten. Stets muß die Mauer etwas in den gewachſenen Boden vertieft werden, ſelbſt wenn dieſer aus feſtem Felſen beſteht, da ſonſt leicht ein Abgleiten ſtattfindet. Bei Lehmboden und anderen Erdarten, ebenſo bei Feuchtigkeit aufnehmendem Geſtein, iſt für die Fundamentſtärke die froſtfreie Tiefe maßgebend.

153. Entwäſſerung.

Vor Errichtung von Futtermauern iſt zu unterſuchen, ob die Bergwand etwa quellig iſt. In dieſem Falle iſt eine Trockenmauer, in Moos hergeſtellt, praktiſcher als eine in Mörtel ausgeführte, da erſtere das Bergwaſſer ungehindert hindurchtreten läßt. Oft kann man durch Drainieren eine genügende Abtrocknung des Geländes herbeiführen, wobei man dann die Hauptdrains durch die Futtermauer zu führen hat.

In Mörtelmauern läßt man in regelmäßigen Abſtänden ſchmale Schlitze, deren Sohle in Zement oder Hauſtein abgewäſſert wird. Um ein Verſchlammen derſelben zu vermeiden, werden die Öffnungen an der Hinterſeite bei der Aufmauerung zuerſt mit grobem Gerölle, dann mit Kies umpackt (ſiehe Fig. 222, S. 194).

Hat man auf die Schönheit Rückſicht zu nehmen, ſo iſt die Anwendung von Schlitzen weniger zu empfehlen, da ſich unterhalb derſelben ſchmutzige Stellen, im Winter auch Eisablagerungen bilden. Alsdann muß man die Hauptdrains

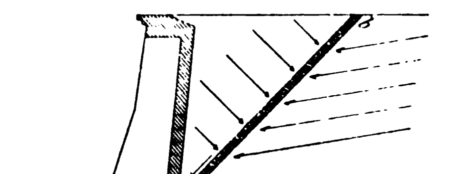
durch das Fundament führen und vor der Mauer einen gedeckten Kanal in froſtfreier Tiefe anlegen, welcher die Drains aufnimmt.

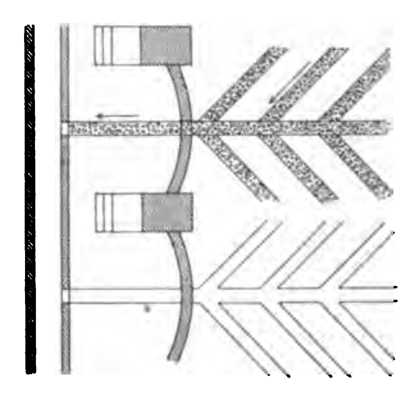
Bei Stützmauern iſt, falls die Schüttung auf abhängigem Terrain ausgeführt werden ſoll, dieſelbe Vorſicht zu beobachten.

Wir geben hierfür als Beiſpiel die Entwäſſerung der Stützmauer des Bahnhofes Malsfeld in Heſſen (Fig. 202 [289]).

ab iſt die Neigung des natürlichen Geländes. In dasſelbe ſind Sickerſchlitze eingeſchnitten und mit Steinpackung ausgefüllt, welche ſich unter 45 Grad an Hauptſchlitze anſchließen. Letztere führen das geſammelte Waſſer unter der Stützmauer durch in einen Abzugskanal.

Fig. 202.





Stützmauer am Bahnhof Malsfeld [289]).

$^1/_{200}$ w. Gr.

154. Stützmauern mit franzöſiſchem Profil.

Wir kommen nunmehr zur Geſtaltung der Stütz- und Futtermauern in konſtruktiver und architektoniſcher Beziehung.

Für Stützmauern iſt in Deutſchland am meiſten verbreitet das ſog. franzöſiſche Profil mit lotrechter oder beſſer unter $^1/_{10}$ bis $^1/_6$ geneigter Vorderfläche (Fig. 203). Die Stärke wird in der Mitte zu $^1/_3$ der ſichtbaren Höhe angenommen, die Hinterwand in Abſätze von 1 m Höhe eingeteilt. Letztere dürfen nicht zu ſtark einſpringen, am beſten 15 bis 20 cm, da ſich ſonſt die Schüttung beim Setzen an den Abſätzen aufhängt und ſo ſtändig Erdriſſe und Verſackungen in der Plattform ſich zeigen. Die Oberfläche der Mauer wird von der Deckplatte an zweckmäßig nach hinten abgewäſſert.

Die architektoniſche Ausbildung derartiger Mauern iſt eine ſehr beſchränkte. Allenfalls kann man, um die großen Flächen zu beleben, einige Pfeiler hervorziehen, die inſofern auch konſtruktiv begründet ſind, als dadurch die Standfähigkeit der Mauer erhöht wird (ſiehe Fig. 205 [291]); den Hauptſchmuck wird ſtets eine reichere Brüſtung bilden.

Fig. 203.

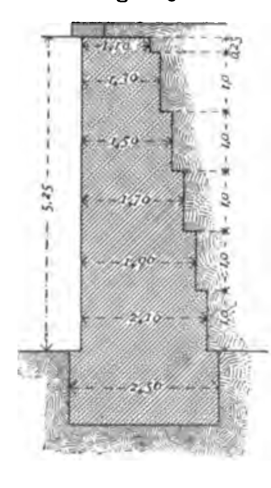
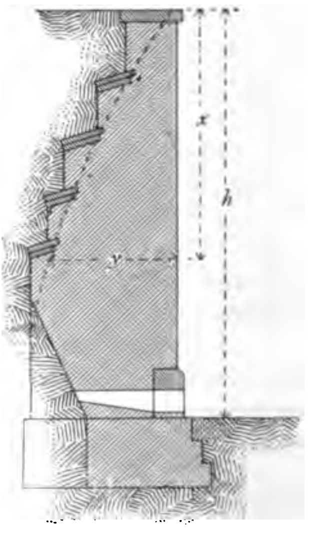


Fig. 204.



Neuere Unterſuchungen haben ergeben, daß das franzöſiſche Profil rationeller und ſparſamer ausgebildet werden kann. Eine Formel für die Stärke derartiger Stützmauern mit lotrechter Vorderfläche, nach der ſich eine Begrenzungskurve für die hintere Fläche derſelben ergibt, hat *Schwedler* [290]) aufgeſtellt.

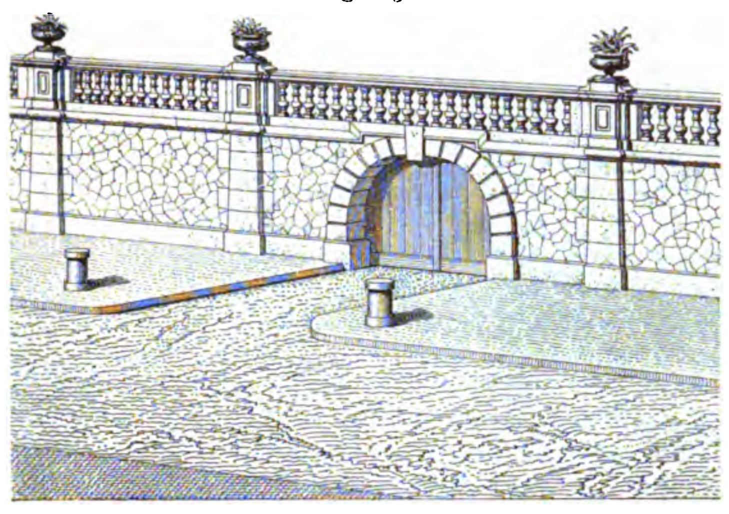
---

289) Nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1880, S. 447. – Deutſche Bauz. 1880, S. 523.

290) Vergl.: Zeitſchr. f. Bauw. 1871, S. 280.

291) Fakſ.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC & F. NARJOUX. *Habitations modernes.* Paris 1875. Pl. 150.

Fig. 205.



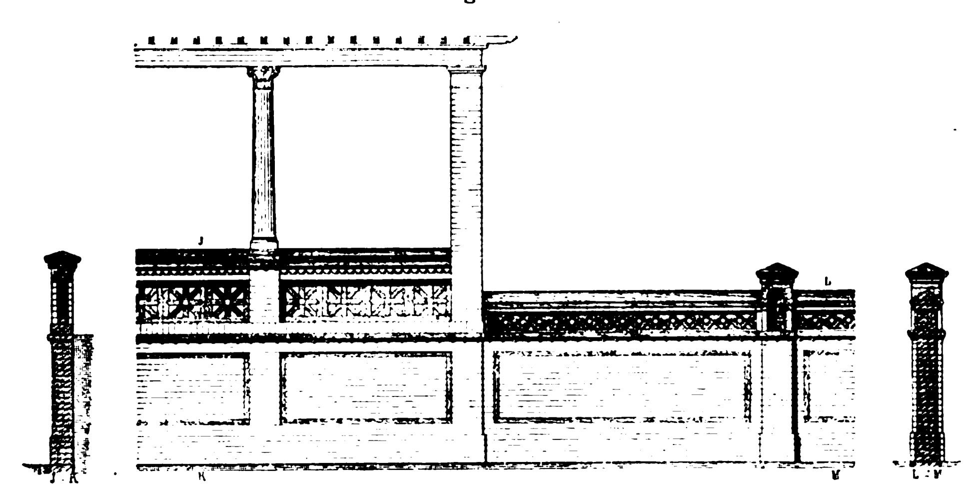
Von einer Villa in Palavas [291]).

Die Formel gibt eine veränderliche Stärke der Futtermauer (Fig. 204)

$$y = \frac{x}{2} \sqrt{\frac{3\,h - 2\,x}{h + x}},$$

worin h die freiſtehende Höhe der Mauer und x den Abſtand eines beliebigen Punktes der Vorderfläche von der Oberkante derſelben bedeutet. Nahezu der Größtwert der Stärke liegt auf $^1/_4\,h$ von unten, und zwar wird hier $y =$ rund $^1/_3\,h$. Die Abſätze an der Hinterſeite ſollen ſo angeordnet werden, daß die berechnete Begrenzungskurve innerhalb des Mauerwerkes bleibt.

Fig. 206.



Von der Villa *v. d. Heydt* bei Berlin [292]).
etwa $^1/_{100}$ w. Gr.

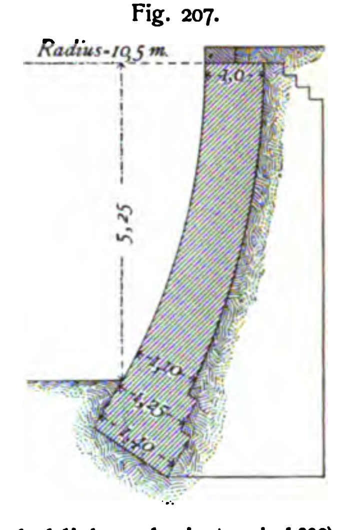
Eine reizvolle Fortſetzung einer Gartenmauer in eine Stützmauer zeigt die Umfriedigung der Villa *v. d. Heydt* bei Berlin in Fig. 206 [292]); die geringe Stärke der Stützmauer iſt ſo zu erklären, daß die Schüttung nur auf eine kurze Strecke die angedeutete Höhe von 1,65 m hat.

[292]) Fakſ.-Repr. nach: Zeitſchr. f. Bauw. 1863, Bl. 9.

155. Stützmauern mit englifchem Profil.

Fig. 207 zeigt ein in England gebräuchliches, gekrümmtes Profil, deffen Stärke gewöhnlich gleich $^1/_8$ der Höhe genommen wird. Der Mittelpunkt des Kreisbogens befindet fich meiftens in der durch die obere Mauerkante gezogenen Wagrechten, und der Halbmeffer ift etwa gleich der doppelten Höhe der Mauer. In Abftänden von 3 bis 5 m find Strebepfeiler angeordnet.

Fig. 207.



156. Stützmauern mit Unterfchneidung.

Seit längerer Zeit find Profile mit hinterer Unterfchneidung fehr beliebt (Fig. 204). Indeffen ift die hierdurch erzielte Materialerfparnis im aufgehenden Mauerwerk keine bedeutende, dafür die Herftellung fchwieriger; auch hat man in einigen Fällen ungünftige Erfahrungen hiermit gemacht. Ökonomifchen Wert haben die Unterfchneidungen nur bei koftfpieligen Fundierungen, da die Materialerfparnis hauptfächlich die Fundamente betrifft und die Bafisbreite erheblich reduziert wird [293]).

157. Stützmauern mit Pfeilerkonftruktion.

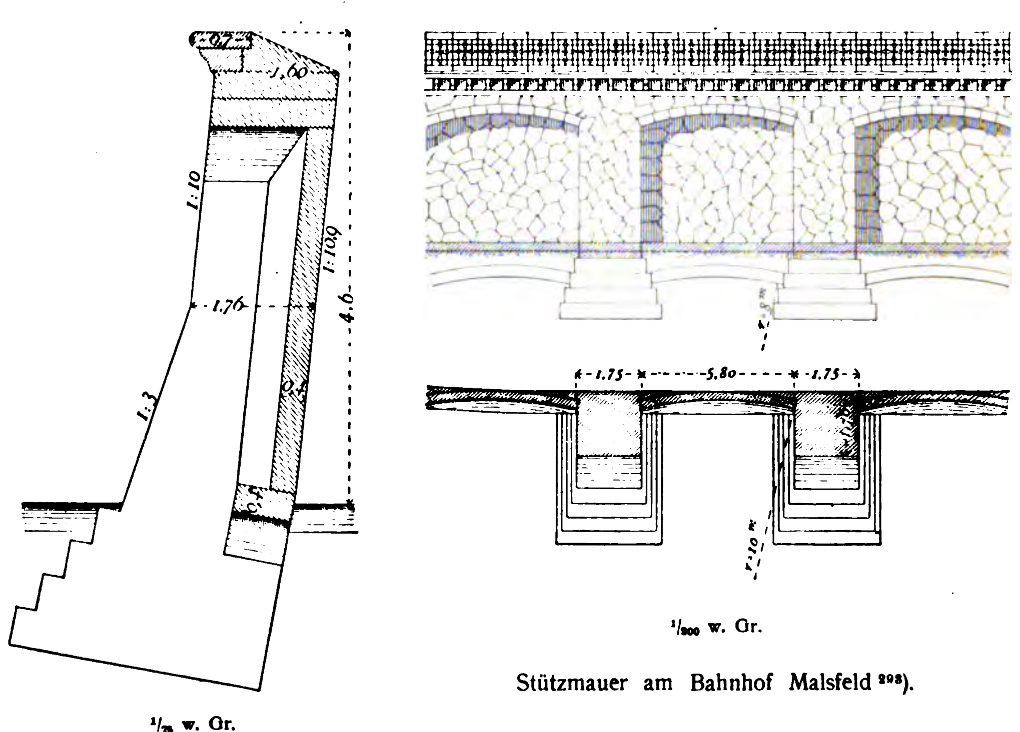
Stützmauern aus einzelnen Pfeilern mit dazwifchen gefpannten ftehenden Gewölben find mehrfach ausgeführt, ftellen fich bei teurer Fundamentierung billiger als maffive und haben fich gut bewährt, z. B. bei der unterirdifchen Eifenbahn in London. Wir geben in Fig. 208 u. 209 die bereits oben erwähnte Stützmauer des Bahnhofes in Malsfeld.

Fig. 208.

Querfchnitt.

Fig. 209.

Anficht und Grundriß.



$^1/_{75}$ w. Gr.

$^1/_{200}$ w. Gr.

Stützmauer am Bahnhof Malsfeld [293]).

[293]) Vergl.: Zeitfchr. f. Bauw. 1871, S. 281.

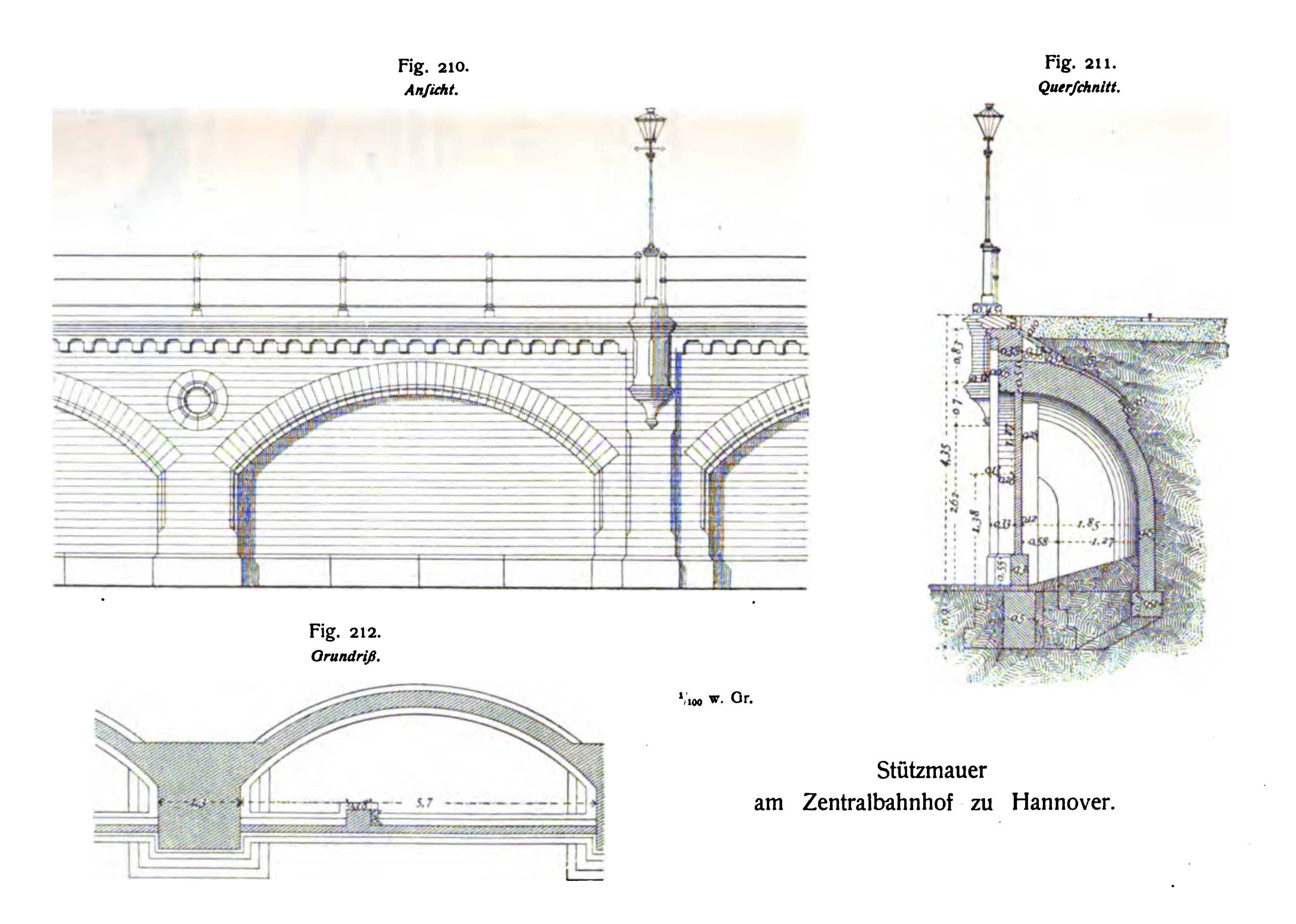


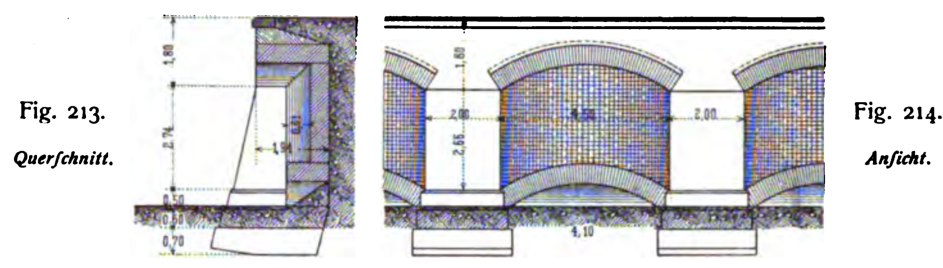
Fig. 210.
Ansicht.

Fig. 211.
Querschnitt.

Fig. 212.
Grundriß.

$^1/_{100}$ w. Gr.

Stützmauer
am Zentralbahnhof zu Hannover.



Stützmauer am Parallelhafen zu Duisburg. — $^1/_{200}$ w. Gr.

Der äußerst ungünstige Baugrund bedingte eine Konstruktion von großer Stabilität mit möglichst geringen Mauermassen. Das stehende Gewölbe soll den Erddruck aufnehmen und auf die Pfeiler übertragen; das untere dient dem stehenden zur Stütze.

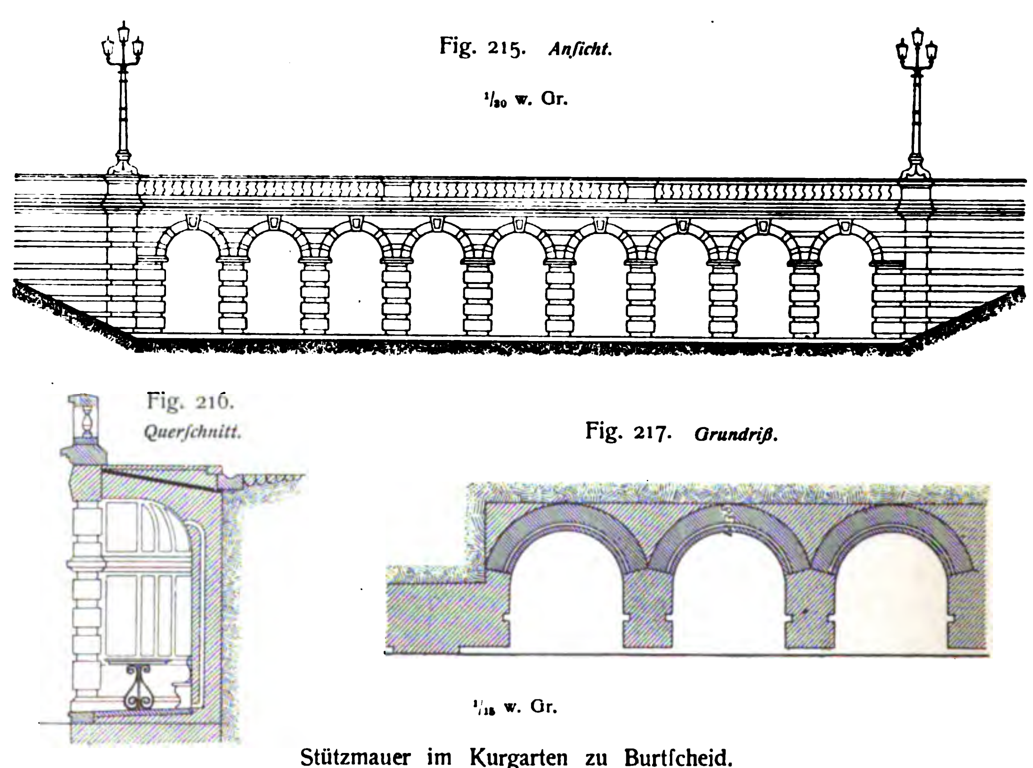
Eine ähnliche Konstruktion zeigt die Stützmauer des Bahnhofes in Hannover (Fig. 210 bis 212); nur ist hier eine schwache Abschlußwand vor den Nischen vorgesehen.

Es ist klar, daß sich derartig gegliederte Mauern in architektonischer Hinsicht am meisten empfehlen, weil sie eine lebendige Schattenwirkung geben.

Eine Ersparnis kann man hierbei erzielen, indem man die stehenden Gewölbe erst über dem Erdboden beginnen läßt. Zugleich wird der Vorteil einer wirksamen Entwässerung des aufgeschütteten Bodens erreicht, der unterhalb der genannten Gewölbe sich in seiner natürlichen Böschung lagert. Am Parallelhafen in Duisburg sind derartige Mauern auf große Längen ausgeführt. (Fig. 213 u. 214.)

Eine praktische Verwendung der bei solchen Mauern entstehenden Nischen zeigt die Stützmauer des Kurgartens in Burtscheid-Aachen, 1876 von *Middeldorf* erbaut.

Nach Fig. 215 bis 217 sind die zwischen den Pfeilern gespannten Gewölbe zur Bildung von offenen Nischen benutzt, welche den Kurgästen bei schlechtem Wetter eine Zuflucht bieten. Die



Stützmauer im Kurgarten zu Burtscheid.

Höhe der ganzen Mauer beträgt 5 m; die Gewölbe der Niſchen ſind außer der 12 cm ſtarken Verblendung und 5 cm ſtarken Luftſchicht 38 cm dick.

Apſidenartige Niſchen ſind überhaupt vielfach zur Belebung der Stützmauern angewendet worden, allerdings in der Regel mehr dekorativ als konſtruktiv. Eine große Auswahl derartiger Mauern findet man im Park von Sansſouci bei Potsdam; dort dient meiſtens die in der Mitte der Mauer angebrachte Niſche zur Aufſtellung einer Figur oder eines Springbrunnens.

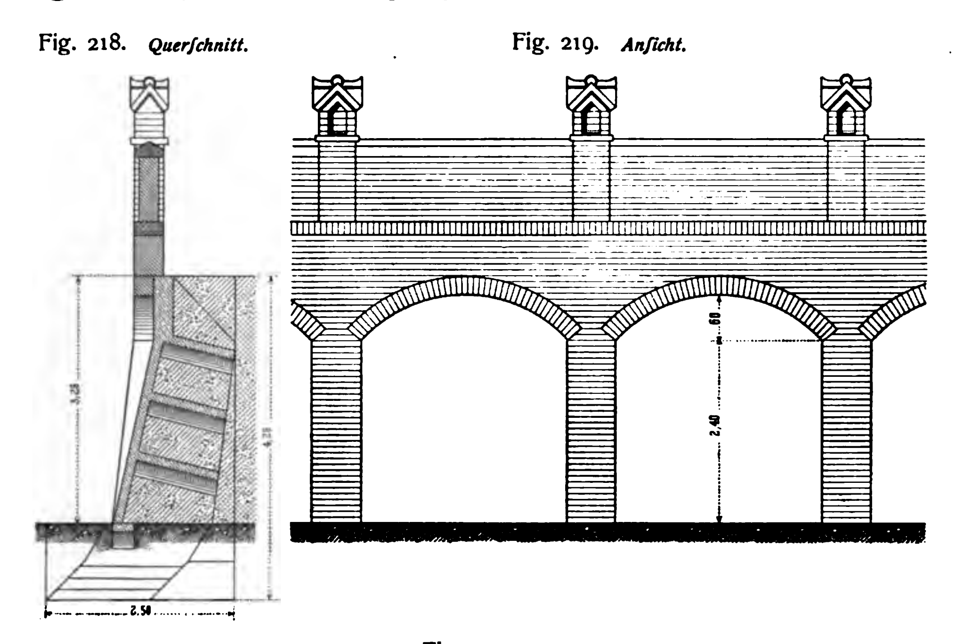
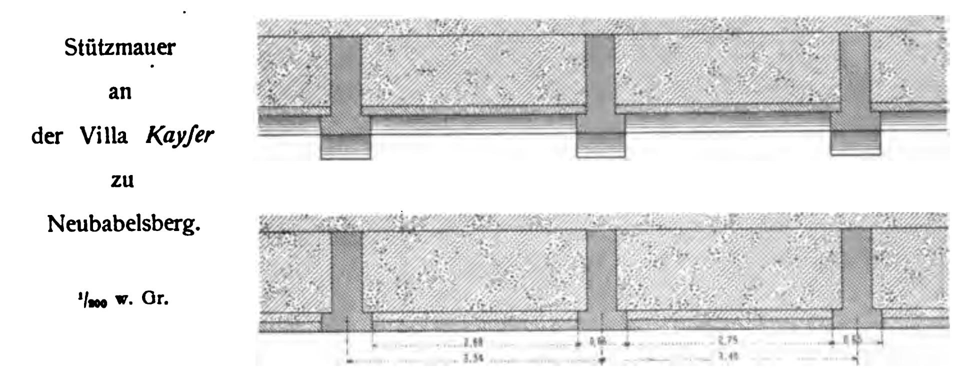


Fig. 218. *Querſchnitt.*

Fig. 219. *Anſicht.*

Fig. 220 u. 221. *Wagrechte Schnitte.*



Stützmauer an der Villa *Kayſer* zu Neubabelsberg.

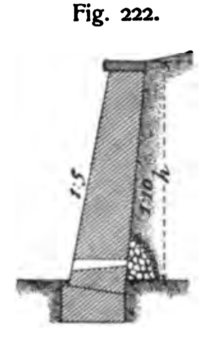
1/200 w. Gr.

Andere architektoniſche Ausbildungen werden noch in den folgenden Kapiteln bei Beſprechung der Terraſſen und der Freitreppen vorzuführen ſein.

Von einem weſentlich anderen Grundgedanken geht die *Hagen*'ſche Stützmauer aus. Zwar iſt auch dieſe, wie die vorigen, in ein Syſtem von Pfeilern und Bogen aufgelöſt; letztere ſind aber mit Erde überfüllt und erſetzen auf dieſe Weiſe einen großen Teil des ſtützenden Mauerwerkes. Wir geben in Fig. 218 bis 221 die von *Kayſer & v. Groſsheim* an der Villa *Kayſer* in Neubabelsberg nach dem Entwurfe von *E. H. Hoffmann* errichtete Stützmauer [294]).

294) Siehe auch: Deutſche Bauz. 1894, S. 84.

Fig. 222.

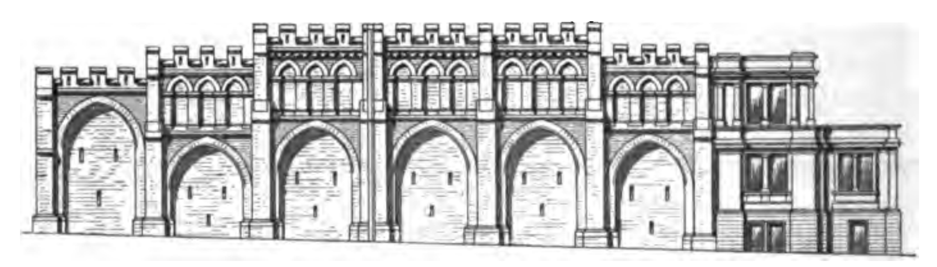


Sie hat eine Straße abzustützen, welche 3,26 m oberhalb des Gartens vorüberführt; zu derselben ist eine Schüttung von trocknem Lehm verwendet. Für die Pfeiler und den oberen, auf Bogen ruhenden Teil ist Ziegelmauerwerk gewählt, hingegen für die Abschlußmauer zwischen den Pfeilern und für die 3 Bogen hinter derselben Beton. Die Kosten sind unter der Hälfte des Betrages geblieben, der für eine massive Stützmauer nach üblicher Art erforderlich gewesen wäre.

158. Futtermauern.

Zu Futtermauern eignen sich von den vorstehend angeführten Profilen diejenigen weniger, bei welchen das natürliche Gelände wesentlich unterschnitten werden müßte, wie z. B. Fig. 193, 197 u. 199. Hier empfehlen sich die Profile mit lotrechter, bezw. geböschter Hinterwand wie Fig. 194, 195, 207 u. 208 mehr, namentlich dann, wenn die Bodenart so beschaffen ist, daß sie bei der Ausschachtung lotrecht oder schwach geneigt stehen bleibt, mithin das Mauerwerk unmittelbar gegen den gewachsenen Boden angestoßen werden kann. Man braucht also nicht mehr Boden auszuschachten, als unbedingt nötig ist, vermeidet auch das kostspielige Hinaufschaffen der für die Hinterfüllung nötigen

Fig. 223.



Futtermauer an der Mühlstraße zu Tübingen[294]).
$^1/_{50}$ w. Gr.

Massen, mit Ausnahme von geringen Mengen, welche vielleicht durch Fehler der Erdarbeit nötig werden. Recht zweckmäßig ist das trapezförmige Profil in Fig. 222, bei welchem die Vorderansicht unter 1:5, die Hinteransicht unter 1:10 geneigt ist.

Auf der Untergrundeisenbahn in London wurden im Jahre 1881 Futtermauern von Beton ausgeführt, vorn 1 : 12 geböscht, rückwärts unregelmäßig begrenzt und dem Gelände genau sich anschließend. Hierbei wird der Vorteil erreicht, daß hinter der Mauer keine Höhlungen, welche zu Senkungen des Geländes, des Straßenpflasters etc. Anlaß geben könnten, verbleiben.

Die architektonische Ausbildung wird bei dieser Gattung von Mauern in der Regel auf die des Brüstungsgeländers beschränkt; zur Belebung der Fläche können auch hier Pfeilervorsprünge angewendet werden (vergl. Fig. 205, S. 189).

Verbindet man letztere durch Arkaden- und Brüstungswerk, so kann eine recht lebendige Wirkung erzielt werden, wie dies Fig. 223

Fig. 224.

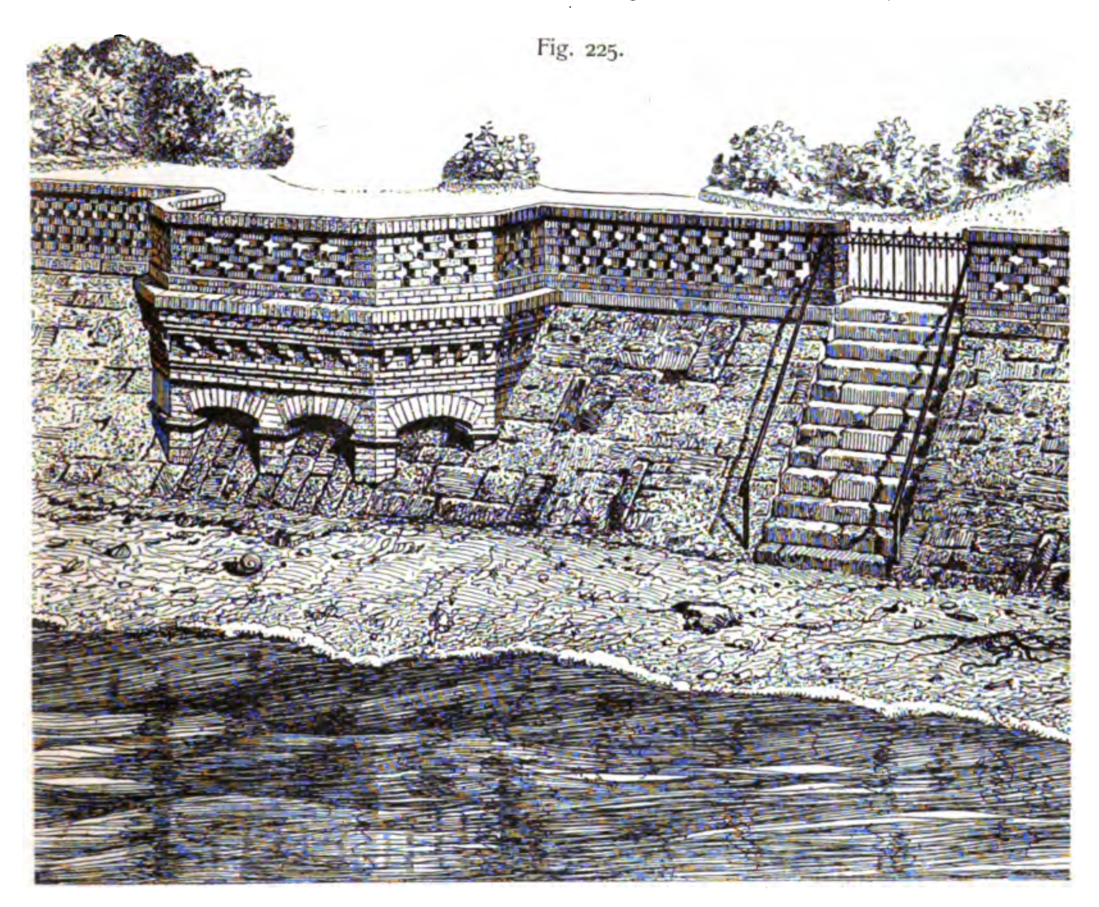
Querprofil zu Fig. 223[295]).
$^1/_{80}$ w. Gr.

294) Nach: Deutsche Bauz. 1887, S. 545.

u. 224 zeigen, welche eine Futtermauer an der Mühlſtraße in Tübingen darſtellen.

Dieſe vor feſtem, mit Sandſteinlagern durchſetztem Mergel ſtehende Mauer wurde mit unterſchnittenem Profil in der Weiſe hergeſtellt, daß die Unterſchneidung auf etwa 2/3 der Mauerhöhe beginnt und die hintere Mauerbegrenzung alsdann parallel der Vorderfläche bleibt. Die Stärke dieſer 8,70 bis 10,40 m hohen Mauer iſt 1,35 m. Eine 0,50 m ſtarke Hinterpackung aus Trockenmauerwerk ſorgt für die Entwäſſerung der Mauer. Das in ihr herabrieſelnde Waſſer wird von einem hinter dem Fuße der 0,80 m tief gegründeten Mauer liegenden kleinen Kanale aufgenommen, welcher ſeinen Inhalt in den Straßenkanal abgibt. Das Pfeilermauerwerk iſt im Querſchnitt durch dunklere Schraffierung angedeutet. Die architektoniſche Gliederung iſt von *Katz* in Tübingen erfunden[295]).

Fig. 225.



Von einer Villa zu Houlgate[296]).

Die Verkleidungsmauern unterſcheiden ſich von den Stützmauern nur durch die geringere Stärke; im übrigen ſind Konſtruktion und Geſtaltung die gleichen. 159. Verkleidungen.

Über Steinbekleidungen iſt dem in Art. 149 (S. 186) Geſagten nichts weiter hinzuzufügen. Architektoniſch belebt man dieſelben, wie Fig. 225[296]) zeigt, durch das Einlegen von Treppen, Auskragen von Balkonen etc.

Eine Vereinigung von Steinbekleidung und Stützmauer findet ſich am Hauptbahnhofe in Eſſen (Fig. 226).

1,54 m breite, 6,72 m voneinander entfernte Backſteinpfeiler ſind durch halbkreisförmige Tonnengewölbe von gleichem Material verbunden. Zwiſchen den Pfeilern iſt die Schüttung mit einer gemauerten Steinbekleidung aus Bruchſteinen abgedeckt, deren Vorderfläche unter 1 : 2 geneigt

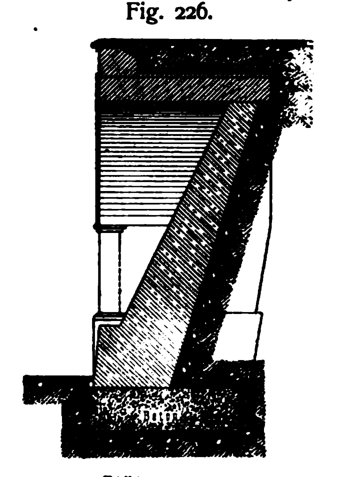
296) Fakſ.-Repr. nach: VIOLLET-LE-DUC, E. & F. NARJOUX. *Habitations modernes.* Paris 1875. Pl. 51.

ift. Der Vorteil diefer Anordnung ift eine erhebliche Erfparnis an Stein- und Erdmaterial, vor allem aber eine fehr lebhafte Wirkung, ohne welche die 200 m lange Mauer überaus einförmig ausfehen würde. Das fehr breite Betonfundament war wegen unficheren Baugrundes erforderlich und kann bei gutem Untergrunde erheblich eingefchränkt werden.

160. Hinterfüllung.

Zum Schluffe hätten wir noch etwas über die Hinterfüllung von Stützmauern zu fagen. Die ficherfte Konftruktion kann gefährdet werden, wenn, wie fehr häufig, die Hinterfüllung leichtfinnig betrieben wird. Hier ift die Schüttung in einzelnen Lagen durchaus erforderlich, von denen jede bereits einen gewiffen Zufammenhang erlangt haben muß, ehe die folgende darauf gebracht wird. Je fefter und je lagerhafter die Hinterfüllung ausgeführt wird, defto weniger Schub wird fie ausüben, und um fo weniger Nacharbeiten werden fpäter durch Zufammenfinken derfelben erforderlich werden. Soll die Plattform oberhalb der Mauer mit Pflafter oder Plattenbelag verfehen werden, fo wird man gut tun, das vollftändige Setzen des Erdbodens abzuwarten. Ift dies nicht zuläffig, fo ift durch Stampfen der einzelnen Auftragsfchichten für möglichftes Dichten zu forgen.

Fig. 226.



Stützmauern am Hauptbahnhof zu Effen.
1/200 w. Gr.

Literatur
über „Stützmauern".

Mur de foutènement de la terraffe de Meudon. Revue gén. de l'arch. 1859, S. 243 u. Pl. 52.

CUNO. Die Steinpackungen und Futtermauern der Rhein-Nahe-Eifenbahn. Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 613.

Types des murs de foutènement du chemin de fer de Lyon à Avignon. Nouv. annales de la conft. 1869, S. 60.

REBHANN, G. Theorie des Erddruckes und der Futtermauern. Wien 1871.

SCHMITT, E. Der Erdkunftbau auf Straßen und Eifenbahnen. I. Theil: Futtermauern und Durchläffe. Leipzig 1871.

SARRAZIN. Ueber Ausführung fchiefer Gewölbe, desgl. Futtermauern mit Unterfchneidungen an der hintern Seite derfelben. Zeitfchr. f. Bauw. 1871, S. 281.

SCHMITT, E. Empirifche Formeln zur Beftimmung der Stärke der Futtermauern. Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1871, S. 336.

NOWACK. Ein Beitrag zur Konftruktion der Futtermauern mit lothrechter Vorderfläche. Deutfche Bauz. 1872, S. 246.

TATE, J. S. *Surcharged and different forms of retaining walls.* London 1873.

HÄSELER, E. Beitrag zur Conftruction der Futter- und Stützmauern. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1873, S. 36.

On retaining walls. Building news, Bd. 25, S. 421, 465, 478.

KECK. Vergleichung einiger trapezförmiger Futtermauer-Profile. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1874, S. 395; 1875, S. 347.

KAVEN, A. v. Vorträge über Eifenbahnbau am Polytechnikum zu Aachen. II. Stützmauern und Steinbekleidungen. 3. Abdr. Aachen 1875.

ZIMMERMANN, H. Ueber die zweckmäßigfte Form einer Stützmauer. Civiling. 1875, S. 159.

INTZE. Ueber die erforderliche Stärke der gebräuchlichften Formen von Quaimauern, Stützmauern und Thalfperren. Deutfche Bauz. 1875, S. 232, 243, 252.

GRÜTTEFIEN. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutfche Bauz. 1877, S. 222.

BAUMEISTER, R. Allgemeine Conftructionslehre des Ingenieurs. Ausgearbeitet von E. v. FELDEGG. II. Theil: Theorie des Erddrucks, Stützwände gegen den Erddruck. Karlsruhe 1878.

HOLLSTEIN's patentirte offene Stützmauern mit horizontaler Bodenftützung. Deutfche Bauz. 1878, S. 243.

KÜLP. Ueber vortheilhafte Anlagen von Futtermauern an Gehängen. Zeitfchr. f. Baukde. 1878, S. 507.
FOEPPL, A. Ueber die zweckmäßigfte Conftruction der Stützmauern. Civiling. 1878, S. 577.
KREUTER, F. Graphifche Konftruktion eines Stützmauer-Profils. Deutfche Bauz. 1879, S. 366.
Zur Konftruktion von Stützmauern. Deutfche Bauz. 1879, S. 508.
HOYER, A. Futtermauern auf Bahnhof Hannover. Deutfche Bauz. 1879, S. 512.
WICLKE, E. Futtermauer bei dem Bahnhofe Malsfeld. Deutfche Bauz. 1880, S. 523.
DUBOSQUE, J. *Études théorétiques et pratiques fur les murs de foutènement et les ponts en maçonnerie.* Paris 1881. — 3. Aufl. 1884.
CRUGNOLA, G. *Sui muri di foftegno delle terre e fulle traverfe dei ferbatoi a acqua.* Turin 1882.
LAMBERT, A. & A. RYCHNER. *L'architecture en Suiffe aux différentes époques.* Bafel-Genf 1883. Pl. 33.
Handbuch der Ingenieurwiffenfchaften. Band 1, Abth. 2: Konftruktion der Stütz- und Futtermauern, Straßen- und Grundbau. 2. Aufl. Leipzig 1884.
LYMAN, J. F. *Retaining walls. Building,* Bd. 3, S. 9, 21.
Mur de foutènement. La femaine des conft., Jahrg. 10, S. 26.
PUSTAU, v. Beftimmung von Futtermauerftärken. Deutfche Bauz. 1886, S. 445, 461.
Ermittelung von Futtermauer-Querfchnitten. Zeitfchr. f. Bauw. 1886, S. 128. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1886, S. 628.
Ueber Querfchnittsbeftimmung bei Futtermauern. Wochbl. f. Baukde. 1886, S. 331.
Neue Straßen-Anlage in Tübingen. Deutfche Bauz. 1887, S. 544.
KOENEN, M. Zur Querfchnittsbeftimmung von Futtermauern. Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 133.
KREUTER. Beitrag zur Berechnung trapezförmiger Stützmauerquerfchnitte. Centralbl. d. Bauverw. 1893, S. 245.
SKIBINSKI, C. Ueber Stützmauerquerfchnitte. Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1893, S. 666.

---

2. Kapitel.

Terraffen und Perrons.

Von † FRANZ EWERBECK[297]).

a) Terraffen.

Terraffen find wagrechte, gewöhnlich an Abhängen oder vor Gebäuden hergeftellte Plattformen, oft in mehrfacher Wiederholung ftufenartig hintereinander zurücktretend, oft auch nur in einmaliger Anlage. Sie beftehen demnach aus einer wagrechten Fläche, der Plattform (dem Plateau), und aus einer lotrechten, bezw. geneigten (geböfchten oder doffierten) Fläche, welche, je nach der Befchaffenheit des Bodens, den vorhandenen Materialien und dem Zwecke der Terraffe, aus Erde, aus gewachfenem Fels, aus Mauerwerk oder aus einer Vereinigung verfchiedenartiger Stoffe hergeftellt fein kann[298]). Die Verbindung zweier Terraffenplattformen wird durch geneigte Ebenen (Rampen) oder durch Treppen vermittelt, welche ebenfalls aus den verfchiedenartigften Materialien beftehen können. 161. Teile.

Die Terraffe fpielt fchon feit uralten Zeiten in der Baukunft eine hervorragende Rolle, nicht allein bei den Gebäuden der Gottesverehrung, als den Tempeln der Griechen, den Tobes oder Stûpes der Hindus, den Teocallis der Mexikaner und Peruaner, den Opferftätten der Affyrier, Babylonier (Tempel des Belus zu Babylon) und Perfer, fondern auch bei den Paläften und Wohngebäuden der Könige und Großen letztgenannter Völker, wie die Palaftruinen zu Perfepolis und 162. Gefchichtliches.

---

[297]) Mit Abänderungen und Zufätzen der Redaktion.

[298]) In uneigentlichem Sinne werden bisweilen mit dem Namen „Terraffen" auch jene hochgelegenen Plattformen bezeichnet, welche über Türmen und anderen Gebäuden durch ganz flach hergeftellte Dächer gebildet werden. Für diefe empfiehlt fich die Bezeichnung „Altan", welche auch für andere mit den „Balkonen" verwandte Anlagen (fiehe Teil III, Bd. 1, Heft 2, Abt. III, Abfchn. 1, C, Kap. über „Balkone, Altane und Erker") gebraucht wird. Altan und Plattform find nicht zu verwechfeln; mit erfterem Begriff ift der des Hochliegens untrennbar verbunden; eine Plattform kann auch ganz niedrig liegen.

anderer Gegenden beweifen. Die Terraffe follte diefe Bauwerke nicht allein gegen Überfchwemmungen ficher ftellen, fondern zugleich die Bedeutfamkeit derfelben, den tieferliegenden Wohnungen des Volkes gegenüber, erhöhen.

Eine Hauptrolle fpielen die Terraffen ferner in der Gartenbaukunft. Die berühmten fchwebenden Gärten der *Semiramis* waren großartige, durch mächtige Subftruktionen getragene Terraffenanlagen an den Ufern des Euphrat. Auch bei den Villen der reichen Römer war die Anlage von mit fchattigen Laubgängen, Statuen, Baluftraden, Wafferkünften etc. gefchmückten Terraffen fehr häufig (Praenefte, Tivoli). Im Mittelalter find fie felten und kommen wohl nur bei einigen Schloßanlagen der fpäteften Zeit vor; auch haben fie hier mehr fortifikatorifchen Zweck als den, zur Verfchönerung des Schloffes, bezw. Gartens beizutragen oder deren Annehmlichkeiten zu vermehren. Zu ihrer vollen Geltung kommen fie dagegen in der Periode der Renaiffance, befonders in Italien; beruht doch der Ruf, welchen viele Villenanlagen diefes Landes befitzen, zum großen Teile auf der gefchickten Vereinigung von Villa, Terraffe und Garten. Derartige Terraffen, vielfach in Verbindung mit breiten Doppelrampen und Freitreppen, fetzen allerdings fchon eine fehr umfangreiche Anlage voraus. Berühmt find diejenigen der Villa *d'Efte* bei Tivoli, der Villa *Madama* und der *Farnefina* zu Rom und die von *Bramante* ausgeführte, jetzt leider verbaute Terraffe mit großartiger Doppeltreppe im großen Hofe des Vatikan zu Rom (jetzt *Giardino della pigna*); ferner in Frankreich die Terraffenanlagen von St. Cloud, Verfailles und St. Germain-en-Laye, zu denen man als neuere Beifpiele diejenige des *Trocadéro*-Palaftes zu Paris und des *Château d'eau* zu Marfeille rechnen kann; in Deutfchland die Terraffe des Heidelberger Schloffes, die *Brühl*'fche Terraffe in Dresden, fowie die Kaskadenterraffen von Sansfouci und jene zu Wilhelmshöhe bei Kaffel. Eine neuere, herrliche, großartige Terraffenanlage ift auch in Florenz zur Ausführung gebracht.

163. Terraffenplattform.

Da Terraffen faft ftets vollftändig im Freien gelegen find, fo muß ihre Oberfläche zum Schutz gegen die atmofphärifchen Niederfchläge und gegen andere fchädliche Einflüffe in geeigneter Weife befeftigt werden. Für die Art der zu wählenden Befeftigung ift insbefondere die Benutzung der Terraffenplattform maßgebend.

Findet darauf nur Perfonenverkehr ftatt, fo können die für Bürgerfteige üblichen Befeftigungsweifen, als: Pflafterung, Platten-, Zementguß-, Gußafphaltbelag etc. Anwendung finden; auch Bekiefung ift nicht ausgefchloffen. Letztere, fowie Gußafphalt geftatten auch das Befahren mit leichteren Fuhrwerken; fchwerere Fuhrwerke erfordern indes eine der für Straßenfahrbahnen dienenden Befeftigungen, wie Chauffierung, Pflafterung, Stampfafphalt etc. Im nächften Abfchnitt (Kap. 1: Befeftigung der Bürgerfteige und Hofflächen) ift über Konftruktion und Ausführung folcher Befeftigungen das Erforderliche zu finden. (Siehe auch Art. 160, S. 196.) Ausnahmsweife kommt bei fchmalen Terraffen wohl auch ein Belag mit Bleiplatten zur Anwendung [199]).

Sind unter den Terraffenplattformen überwölbte Räume vorhanden, fo müffen die Gewölbe derfelben wafferdicht abgedeckt und die Deckfchicht derart angeordnet werden, daß das eingefickerte Tagwaffer abfließen kann. Findet Wagenverkehr auf der Plattform ftatt, fo foll zur Milderung der durch denfelben bedingten Erfchütterungen und Stöße die über dem Gewölbe befindliche Erdfchicht keine zu geringe Mächtigkeit haben; über dem Wölbfcheitel follte nicht weniger als 30, beffer nicht unter 50 ^{cm} Überfchüttung vorhanden fein.

164. Terraffenbegrenzung.

Von großer Bedeutung für das Anfehen einer Terraffe ift die Behandlungsart der Böfchungsflächen, bezw. der Stützmauern (hier auch Terraffenmauern genannt), welche das Gelände feitlich abfchließen und das Plateau tragen. Je nach dem Eindruck, welchen man erzielen will, werden diefe Teile als Rafenflächen oder aber als mächtige Quadermauern (wie am Palaft *Pitti* in Florenz), durch Arkaturen belebt, oder als glatte, bezw. gemufterte Wandflächen ausgeführt. (Vergl. hierüber auch das im vorhergehenden Kapitel über die architektonifche Geftaltung

[199]) Siehe: *Des couvertures en plomb. Revue gén. de l'arch.* 1866, S. 246.



der Stütz- und Futtermauern Gefagte, fowie Fig. 230 bis 232[800]) und Teil III, Bd. I, Heft 2, Abt. III, Abfchn. 1, C, Kap. über „Einfriedigungen“.)

Dasfelbe gilt von den zur Plattform hinaufführenden Treppen, da fowohl durch die ganze Anordnung derfelben, als auch durch die Abmeffungen der Stufen, durch die mehr oder weniger reiche Behandlung der Treppenwangen, Pfeiler und Baluftraden die äfthetifche Wirkung der Terraffe im hohen Maße gefteigert werden kann. In Fig. 227 bis 232[800]) find einige Beifpiele vorgeführt, um zu zeigen, wie verfchiedenartig die Anordnung der Terraffentreppen fein kann. 165. Terraffen-anlagen.

In Fig. 227 ift die Treppe der Terraffe ganz vorgelegt, in Fig. 230 ganz eingelegt. Hinfichtlich der Wahl zwifchen beiden ift oft die Befchaffenheit des Vorgeländes, häufig auch die Verfügbarkeit über dasfelbe entfcheidend.

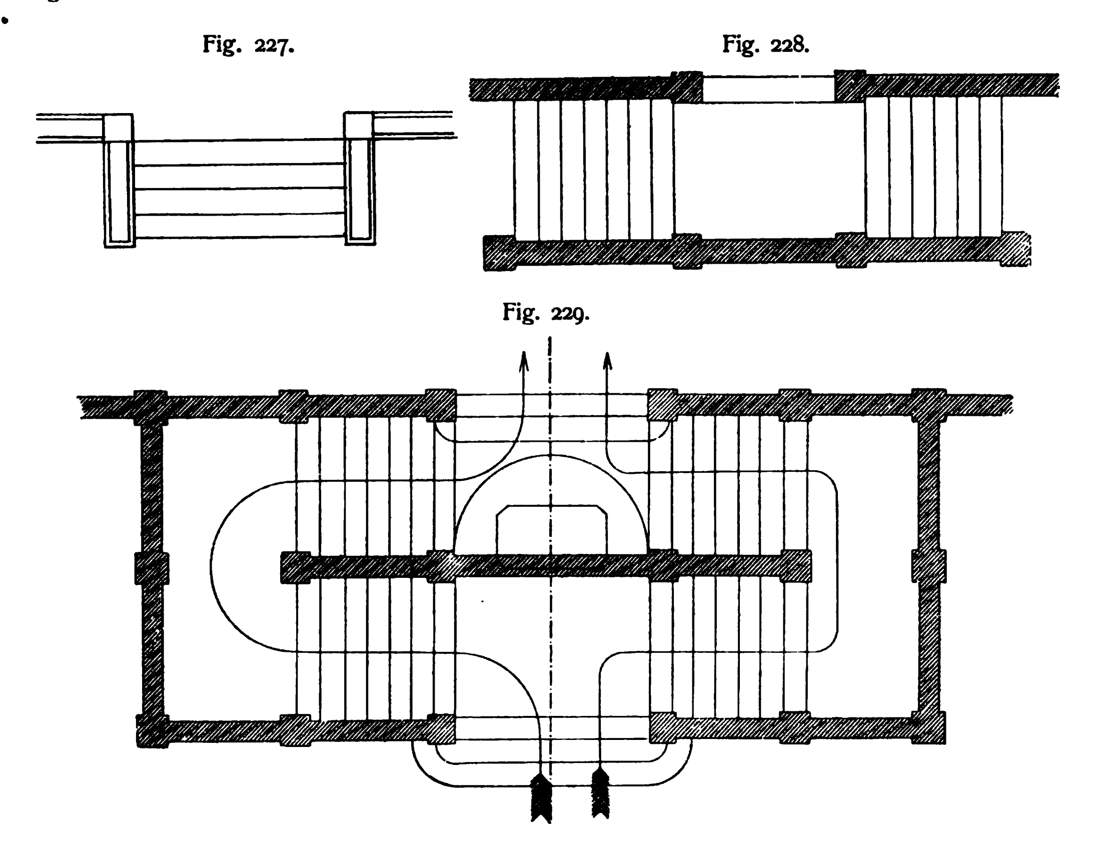


Fig. 227. Fig. 228. Fig. 229.

In Fig. 231 ift die Treppe zur Hälfte vor, zur Hälfte in die Terraffe gelegt. Fig. 232 zeigt eine reiche Treppenanlage mit drei Fluchten; eine folche Anordnung empfiehlt fich da, wo es wünfchenswert erfcheint, daß die Terraffe leicht von verfchiedenen Seiten her zugänglich gemacht werde, beifpielsweife in dem Falle, daß ein freier Platz vor derfelben fich befindet.

In Fig. 228 ift die Treppenachfe parallel zur Terraffenmauer angenommen (Zugänglichkeit von zwei Seiten her); durch Fig. 229 ift eine reiche Treppenanlage mit Anordnung einer Figurennifche in der Höhe des unteren Ruheplatzes veranfchaulicht.

Hinfichtlich der Konftruktion der Treppen kann im allgemeinen auf Teil III, Bd. 3, Heft 2 (Abt. IV, Abfchn. 2, A), fowie auf das folgende Kapitel (unter a) verwiefen werden; doch mögen einige Bemerkungen hier Platz finden. 166. Konftruktion der Treppen.

Mehr als bei in Gebäuden liegenden Treppen muß bei freiliegenden, zu Terraffen hinaufführenden Treppen auf ein bequemes Steigungsverhältnis Rückficht

[800]) Die Abbildungen find teilweife entnommen aus: ABEL, L. Garten-Architektur. Wien 1876.

Fig. 230.

Fig. 231.

Fig. 232.

Terrassenanlagen[800]).

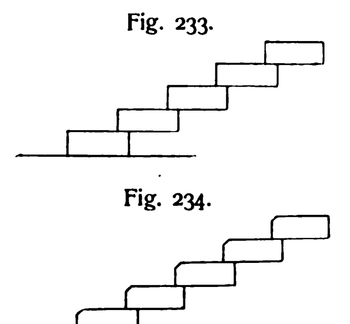

Fig. 233.

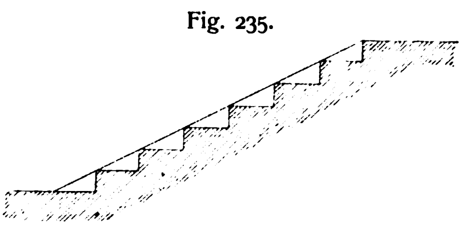
Fig. 234.

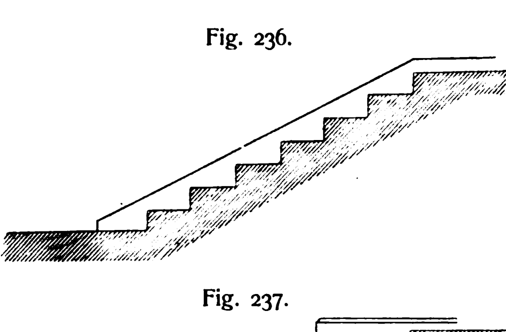
genommen werden, da Treppen dieſer Art in den meiſten Fällen mehr zum langſamen Spazierengehen, als für den raſchen Verkehr dienen ſollen; doch kann die für das Steigungsverhältnis der Treppenſtufen häufig benutzte Regel:

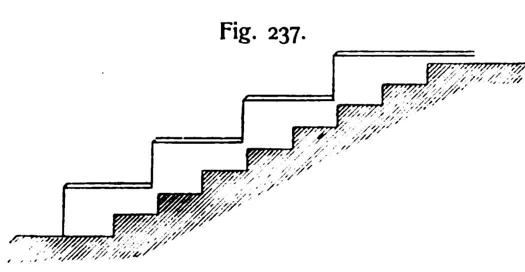
2 Steigungen + 1 Auftritt = 63 Centim.

auch hier benutzt werden, wobei indeſſen die Steigung niemals zu mehr als $15^1/_2$ cm Höhe angenommen werden ſollte.

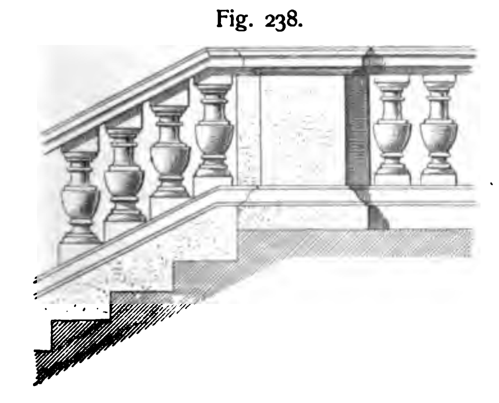
Das Profil der Stufen ſei möglichſt einfach (rechteckige Blockform, erforderlichenfalls mit gebrochener Kante, ſiehe Fig. 233 u. 234). Über die Unterſtützung der Stufen iſt im folgenden Kapitel (Art. 172) das Erforderliche zu finden.


Fig. 235.


Fig. 236.


Fig. 237.

Die Bequemlichkeit erfordert ſodann eine möglichſt große Breite der Treppe; der Körper darf ſich durch zu nahe aneinander rückende Mauern oder Wangen mit ſchweren Baluſtraden und Pfeilern nicht eingeengt fühlen. Es wird ſich daher empfehlen, bei in Böſchungen liegenden Treppen die Baluſtraden ganz fort zu laſſen und als Begrenzung der Treppenſtufen nur ein niedriges Werkſtück (Sargſtück) zur Anwendung zu bringen, welches mit der Böſchung gleiche Höhe hat oder dieſelbe doch nur um ein Geringes überragt (Fig. 235 u. 236). Reicher läßt ſich der ſeitliche Abſchluß geſtalten, wenn man ſtatt der der Treppenneigung folgenden Wangen eine Abtreppung anwendet, welche zugleich zum Aufſtellen von Schmuckgegenſtänden, als Vaſen, Figurengruppen, Blumen etc., dienen kann (Fig. 237).


Fig. 238.

Sind die Terraſſen durch Geländer ab- 167. Geländer.
geſchloſſen, ſo werden auch die zu denſelben hinaufführenden Treppen in den meiſten Fällen eines ebenſolchen Abſchluſſes nicht entbehren können. Die Ausbildung derſelben iſt in Teil III, Bd. 2, Heft 2 (Abt. III, Abſchn. I, C, Kap. über „Brüſtungen und Geländer") ausführlich behandelt; doch möge hierzu noch bemerkt werden, daß ſich von allen Abſchlußarten an dieſer Stelle das Dockengeländer oder die Baluſtrade (Fig. 238) am meiſten empfiehlt, ferner auch ſchmiedeeiſernes Gitterwerk, weniger die

geſchloſſene, plattenartig konſtruierte Brüſtung. Hinſichtlich der Formbildung der Baluſter auf ſteigenden Wangen iſt zu bemerken, daß die an denſelben auftretenden Gliederungen niemals parallel zur Wange angenommen werden dürfen, eine Ausbildung, welche nur an den Docken der Zopf- und Rokokozeit auftritt (Fig. 240), ſondern ſtets wagrecht (Fig. 238 u. 239).

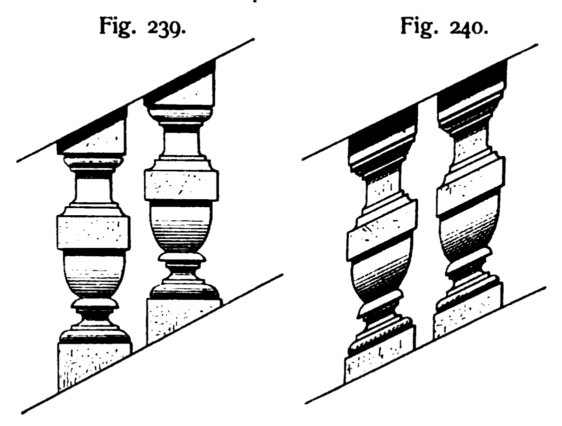
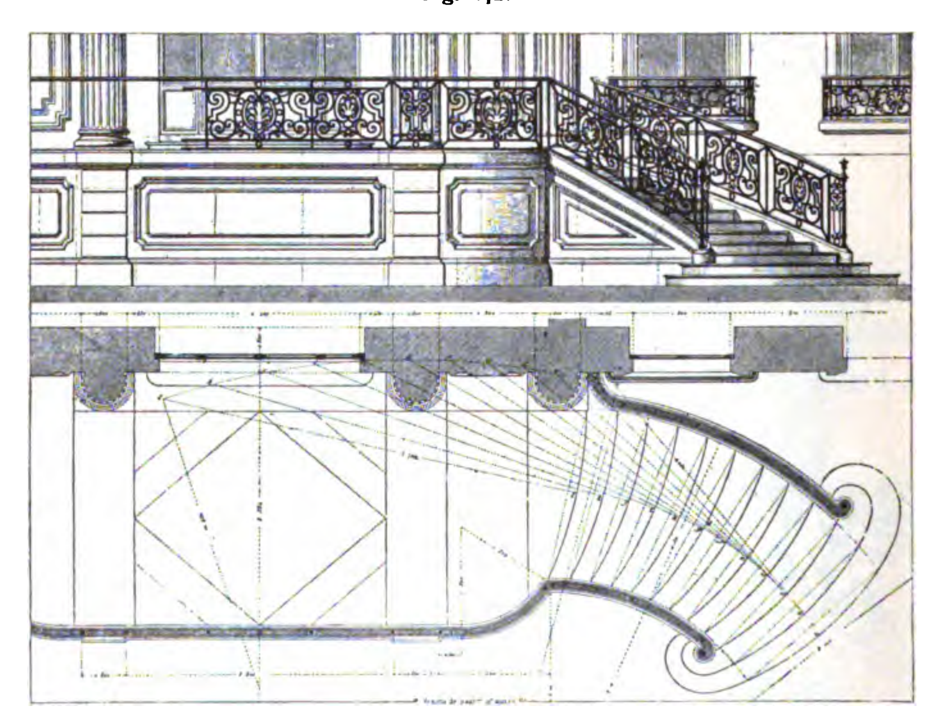


Fig. 239. Fig. 240.

Eine Baluſtrade als Abſchluß einer Terraſſe iſt bei flachen Böſchungen nicht nur überflüſſig, ſondern wirkt auch gewöhnlich nicht vorteilhaft (Fig. 241).

Fig. 241.

Fig. 242.



Perron an einer Villa zu Paris[301]).

1/100 w. Gr.

---

[301]) Fakſ.-Repr. nach: Daly, C. *L'architecture privée au XIXme ſiècle, ſous Napoléon III. etc.* Paris 1864. Bd. 1, Pl. 8.

b) Perrons.

Perrons find entweder fchmale, terraffenartige, vor Gebäuden liegende Plattformen, deren konftruktive und formale Behandlungsweife mit den foeben für Terraffen mitgeteilten Angaben zufammenfällt, oder fie find ähnlich, wie die erhöhten Bürgerfteige den Gebäuden entlang geführt und ftimmen dann auch in Anordnung und Ausführung mit diefen überein (fiehe hierüber den nächften Abfchnitt, Kap. I: Befeftigung der Bürgerfteige und Hofflächen). Einen längs einer Villa angeordneten Perron mit dazu gehöriger kleiner Freitreppe zeigt Fig. 242[301]). Die Anlage von Perrons oder Bahnfteigen auf Bahnhöfen gehört nicht in den Bereich diefes „Handbuches“. 168. Anlage.

3. Kapitel.

Freitreppen und äufsere Rampen.

Von † FRANZ EWERBECK[302]).

a) Freitreppen.

Man verfteht unter Freitreppen folche Treppen, welche im Freien vor Gebäuden liegen; fie können deshalb auch in vielen Fällen als „Vortreppen“ bezeichnet werden. Solche Treppen können aus Gründen der Dauerhaftigkeit und Monumentalität kaum anders als in Stein konftruiert werden. 169. Gefchichtliche Überficht.

Große Freitreppenanlagen befanden fich vor den Bauwerken der Affyrer, Babylonier und Perfer (fiehe das vorhergehende Kapitel, Art. 162, S. 197).

Die mit Stufenterraffen verfehenen griechifchen Tempel erhielten an der Vorderfeite Treppenanlagen, welche zum Pronaos hinaufführten; doch fpielten diefelben in Anbetracht ihrer kleinen Abmeffungen eine durchaus untergeordnete Rolle, da fie von den mächtigen, das ganze Bauwerk umgebenden Stufenterraffen entfchieden beherrfcht werden (Fig. 243).

Von größerer Bedeutung find die Aufgänge zu den römifchen Tempeln, welche, gewöhnlich auf hohem Unterbau fich erhebend, an der Vorderfeite eine ftattliche, durch Wangen eingefaßte Freitreppe erhielten. Diefe Anordnung ift dem gleichwertig behandelten Krepidoma des griechifchen Tempels gegenüber in gewiffer Beziehung als ein Fortfchritt zu bezeichnen, indem durch diefe einfeitig vorgelegte, architektonifch gekennzeichnete Freitreppenanlage der Eingang des Gebäudes und damit die Vorder- oder Hauptfaffade deutlich bezeichnet wird (Fig. 246).

Die Aufgänge zu den romanifchen und gotifchen Kirchen find gewöhnlich vor den Hauptportalen der Weftfeite und der Querfchiffe, bei den gotifchen Werken oft teilweife oder ganz zwifchen den Strebepfeilern angeordnet (Fig. 244), fo z. B. in Amiens, Cöln u. a. O.; doch kommt auch, befonders bei den italienifchen Kirchen, der Fall vor, daß die Freitreppe das ganze Bauwerk oder doch den größten Teil desfelben umgibt, wie z. B. in Orvieto, Siena, Pifa u. a. O.

Stattliche Freitreppenanlagen mit doppelten Armen führten, wie dies unzweifelhaft nachgewiefen worden ift, zu den über einem hohen Erdgefchoß angeordneten Hauptfälen der alten Kaiferpfalzen und Burgen der romanifchen Bauperiode hinauf (Goslar, Gelnhaufen und Münzenberg). Am Kaiferhaufe zu Goslar waren diefe Treppen vermutlich doppelt angeordnet, zu beiden Seiten des Hauptfaales, jede mit zwei Armen und Ruheplätzen, in der Mitte überbaut (Fig. 245[303]). Eine Ausnahme hiervon macht die durch *v. Ritgen* reftaurierte Freitreppenanlage vor dem Landgrafenhaufe auf der Wartburg (Fig. 247).

Von hohem malerifchen Reize find die kleinen Freitreppenanlagen, welche fich vor den Häufern einiger Bergftädte Mittelitaliens befinden. Diefelben führen gewöhnlich auf einen Altan oder ausgekragten Balkon vor dem Haupteingange und find in verfchiedenartigfter Weife angeordnet. Eine folche durch ein Steingerüft mit Eifengitter verfchließbare Treppe, welche fich an einem Haufe in Viterbo vorfindet, ift in Fig. 248[304]) dargeftellt. Eine ähnliche Verfchlußvorrichtung der

[302]) Mit Abänderungen und Zufätzen der Redaktion.

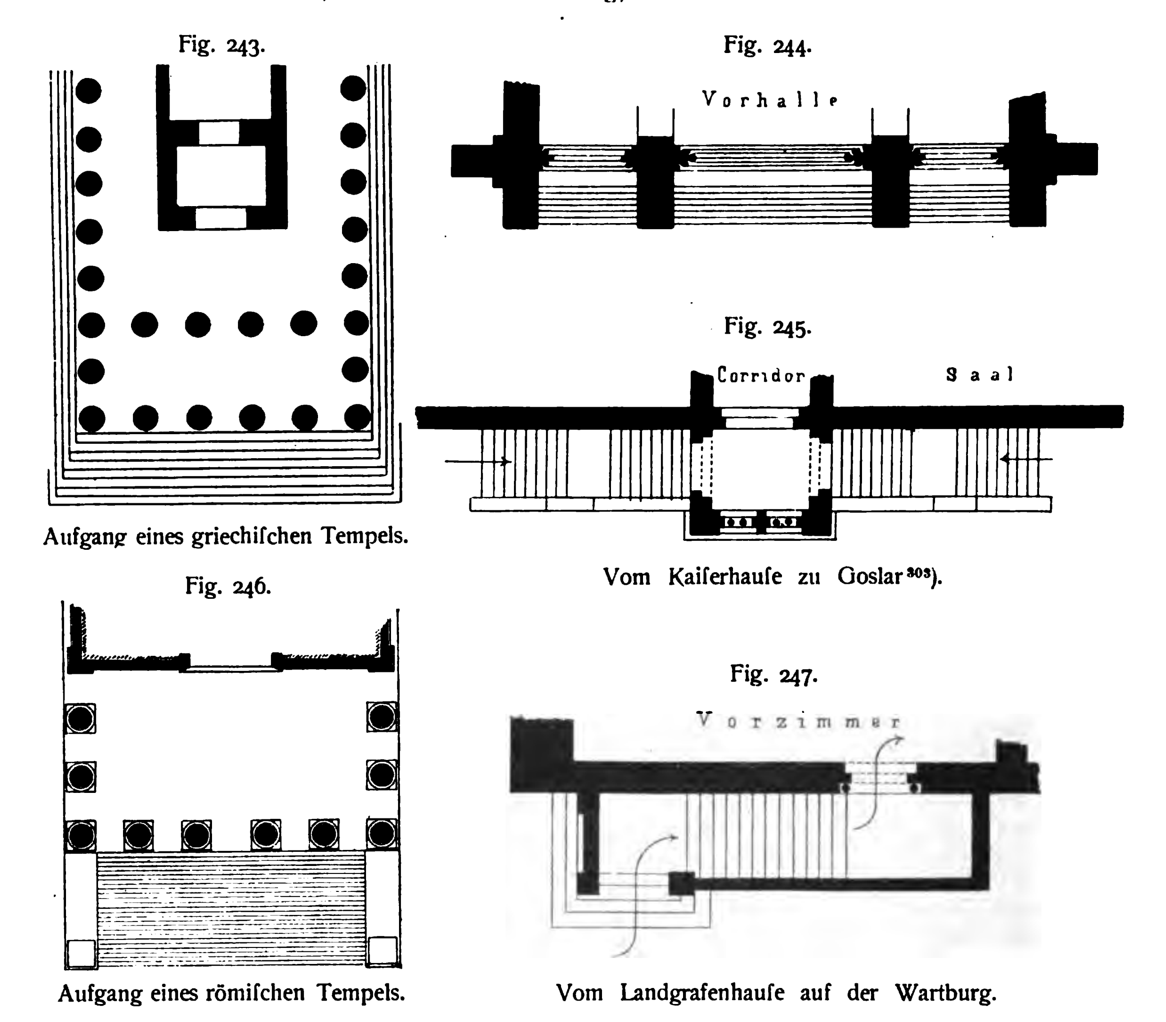
[303]) Vergl.: UNGER, TH. Das Kaiferhaus zu Goslar. Deutfche Bauz. 1871, S. 242, 250, 258, 267.

[304]) Nach: Italien. Eine Wanderung von den Alpen bis zum Ätna. 2. Aufl. Stuttgart 1880.

Treppe mit steinernem Pfeilergerüst und Gittertür findet sich auf der Freitreppe im Hofe des *Barghello*-Palastes zu Florenz.

Auch aus späterer Zeit finden sich an den Bauwerken Italiens Treppenanlagen von ähnlichem Charakter, wie das in den Jahren 1342—46 erbaute Rathaus zu Gubbio beweist (Fig. 249 u. 250 [305]). Anordnungen ähnlicher Art, wie in Viterbo, sind noch an einigen Bauwerken in Burgund und in der Champagne erhalten [306]).

In Deutschland finden sich derartige, mit Terrassen oder Balkonen verbundene Freitreppen vor Privathäusern selten, mit Ausnahme von Danzig, wo sie an den Bauwerken der Renaissance-



Aufgang eines griechischen Tempels.

Vom Kaiserhause zu Goslar [303]).

Aufgang eines römischen Tempels.

Vom Landgrafenhause auf der Wartburg.

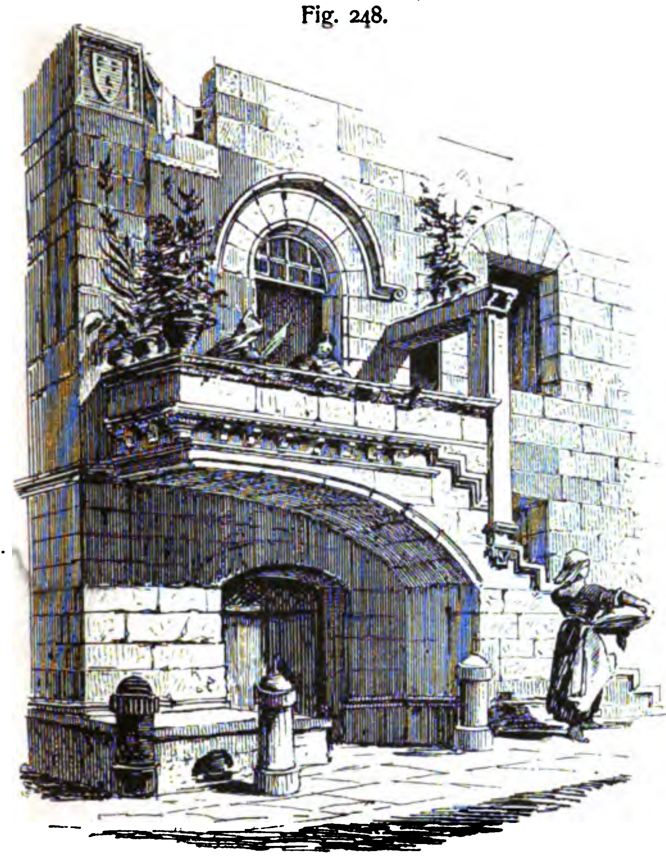
periode ganz allgemein auftreten und den Namen Beischläge tragen. Die Treppenläufe und Terrassen, welch letztere gewöhnlich Kellereingänge oder Verkaufsläden enthalten, sind mit reichen Balustraden oder schmiedeeisernen Geländern versehen.

Die Stufen und Ruheplätze der bisher betrachteten Treppen waren teils vollständig untermauert, teils durch Bogen getragen, teils auch durch breite Tragsteine unterstützt; indessen sind auch freitragende Treppen, d. h. solche, bei denen die Steinstufen einerseits in die Gebäudemauern eingreifen, während die andere Seite frei in der Luft schwebt, im Freien vor oder an Gebäuden, durchaus nicht selten. Die Konstruktion dieser Treppen ist derartig, daß die Stufen sich selbst tragen, indem jede höherliegende Stufe mit ihrer vorderen Unterkante *a* (Fig. 251) auf der hinteren

[305]) Vergl.: STIER, H. & F. LUTHMER. Gubbio. Deutsche Bauz. 1868, S. 322, 345, 355.

[306]) Vergl. auch: VERDIER & CATTOIS. *Architecture civile et domestique etc.* Paris 1852—58.

Fig. 248.



Von einem Hauſe zu Viterbo[304]).

Oberkante *b* der darunter befindlichen Stufe ruht und nur die unterſte Stufe eine volle Fundamentunterſtützung erhält.

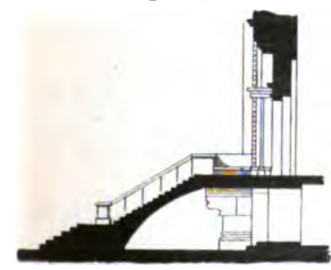
Derartige freitragende Treppen von großer Kühnheit, aus Stufen und Podeſtplatten von oft ganz gewaltigen Längenabmeſſungen hergeſtellt, finden ſich in großer Anzahl an den aus den erſten Jahrhunderten n. Chr. ſtammenden, hochintereſſanten Bauwerken von Zentral-Syrien, beſonders den Villenanlagen dieſer Gegenden vor, worüber das unten[307]) namhaft gemachte Werk *Vogüé*'s genügenden Aufſchluß gewährt. Das dort vorkommende außerordentlich harte Steinmaterial, ſowie der völlige Mangel an Bauholz gaben vermutlich die nächſte Veranlaſſung zu dieſen Konſtruktionen.

Neben dieſen Werken verdienen auch die in der Anlage ſehr einfachen, aber kühn und durchaus monumental konſtruierten Treppen Erwähnung, welche zu den Rundgängen der Stadtmauern von Avignon, Carcaſſonne u. a. O. hinauf führten; auch dieſe ſind vielfach als Freitreppen konſtruiert. Ein höchſt originelles Beiſpiel dieſer Art findet ſich zu Carpentras (Fig. 252 bis 254[308]). Die einzelnen Stufen zeigen im Grundriß ein abgetrepptes Profil mit einfachen Abrundungen nach unten.

Eine höchſt eigenartige Treppenanlage beſitzt das im Jahre 1390 erbaute, durch *Viollet-le-Duc* rekonſtruierte Schloß *Pierrefonds* bei Compiègne. Dieſe ſtattliche, durch eine Vorhalle teilweiſe überdeckte Treppe iſt inſofern beſonders bemerkenswert, als nur der mittlere Teil derſelben als Aufgang zum eigentlichen Treppenturme dient, während die zwei ſeitlichen Stufenreihen zu Plattformen hinunter führen, von denen aus die Ritter mit Bequemlichkeit ihre Pferde beſteigen konnten, eine Einrichtung, welche bei den ſchweren Rüſtungen jener Zeit von Wichtigkeit war (Fig. 255 u. 256[309]).

Von den gotiſchen Treppenanlagen ſeien hier noch einige erwähnt, welche ſich durch ihre originelle Anordnung auszeichnen. Dahin gehört zunächſt diejenige des Schloſſes Montargis, welche in Kreuzform angelegt und deren drei Läufe ſich auf einem Ruheplatze vereinigten, von wo aus ein gemeinſchaft-

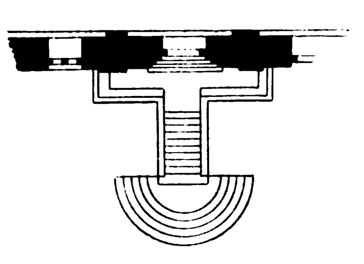
Fig. 249.



Vom Stadthaus zu Gubbio[305]).

1/420 w. Gr.

Fig. 250.



Vom Stadthaus zu Gubbio[306]).

1/600 w. Gr.

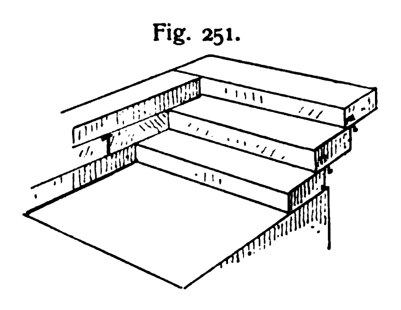
---

[307]) Vogüé M. de. *La Syrie centrale etc.* Paris 1866–77.

[308]) Nach: Viollet-le-Duc, *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. 5. Paris 1861. S. 192.

[309]) Siehe: ebendaſ., Bd. 7. Paris 1864. S. 120.

Fig. 251.

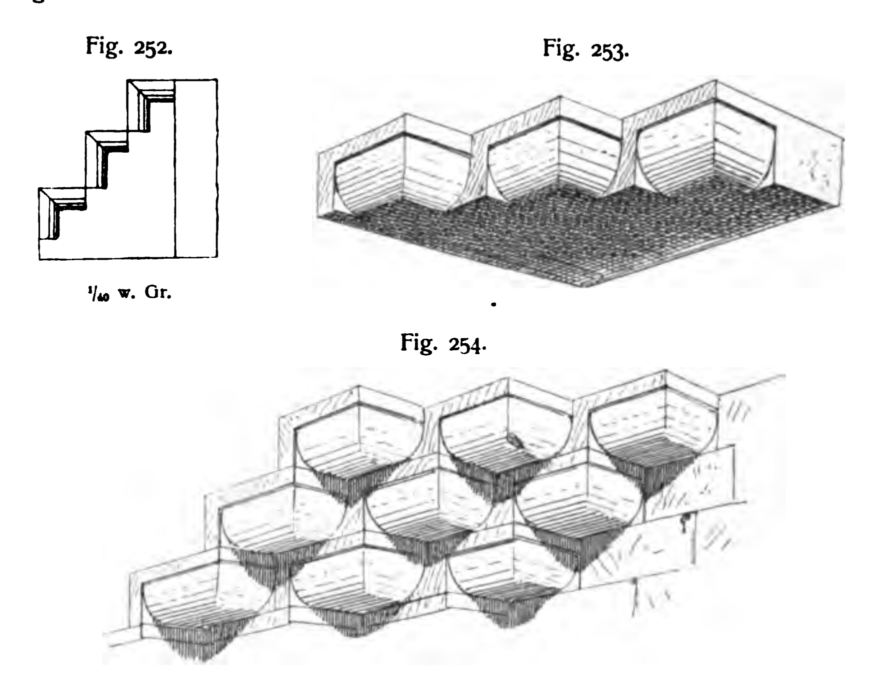


licher vierter Arm, durch einhüftige Bogen unterſtützt, zum Schloſſe hinaufführte (Fig. 257 [310]). Auf dieſe Weiſe wurde unter den Bogen her ein Durchgang frei gehalten; die Treppenarme waren durch ſeitlich offene Galerien mit Holzdächern abgeſchloſſen.

Ähnliche Überdeckungen beſaßen auch die zur *Chambre des comptes* und zur *Sainte-Chapelle* in Paris hinaufführenden Freitreppen.

Auch in Deutſchland kommen derartige gedeckte Freitreppenläufe vor, wenn auch aus ſpäterer Zeit herrührend, z. B. an den Rathäuſern zu Mülhauſen im Elſaß (begonnen 1552), zu Lübeck (1595, Fig. 260 [311]), zu Dettelbach in Franken u. a. O. Sie ſind meiſtens zweiarmig und nach Art der oben mitgeteilten Treppen vor den Kaiſerpaläſten zu Goslar und Gelnhauſen angeordnet.

Fig. 252. Fig. 253.



1/40 w. Gr.

Fig. 254.

Von den Stadtmauern zu Carpentras [308]).

Freitreppen ähnlicher Anordnung, doch ohne Überdeckung, kommen ebenfalls recht häufig an den Rathäuſern der Renaiſſanceperiode vor, und es mögen hier als Beiſpiele die ſehr ſtattlichen Treppen der Rathäuſer zu Heilbronn und Leyden (Fig. 261) genannt werden, letztere in den Formen flämiſcher Renaiſſance.

Derſelben Gattung gehört auch die von *Michelangelo* entworfene, von *Giacomo della Porta* ausgeführte Freitreppenanlage vor dem Senatorenpalaſte in Rom an, mit drei Ruheplätzen (Fig. 259); an der Vorderſeite zwei Flußgötter (Nil und Tiber), in der Mitte in einer Niſche die ſitzende Statue der Roma über einer breiten, mit Steingeländer umgebenen Kaskade [312]).

Außer dieſen Anlagen, bei denen die Treppenarme ſtets in derſelben Richtung nach oben hin anſteigen, mögen hier ferner noch diejenigen Freitreppen Erwähnung finden, deren Arme die Richtung ändern, wie ſolches in Fig. 257 angegeben. Als Beiſpiele dieſer Treppengattung ſeien die Rathaustreppe zu Löwen und die aus der Rokokozeit ſtammende, frühere Rathaustreppe zu Aachen genannt.

---

310) Nach: VIOLET-LE-DUC, E. *Dictionnaire raiſonné de l'architecture etc.* Bd. 5. Paris 1861. S. 190.

311) Fakſ.-Repr. nach: Architektoniſche Rundſchau 1888, Taf. 12.

312) Vergl.: LETAROUILLY, E. *Édifices de Rome moderne etc.* Paris 1840–57.

313) Nach einer Photographie.

Eine von den oben beſchriebenen in der Anordnung gänzlich abweichende, äußerſt maleriſche Treppe befindet ſich am Rathauſe zu Görlitz (Fig. 262[314]). Dieſe auf ſehr engem Raume geſchickt angeordnete Wendeltreppe tritt mit einem Altan vor dem Eingange in Verbindung, von welchem

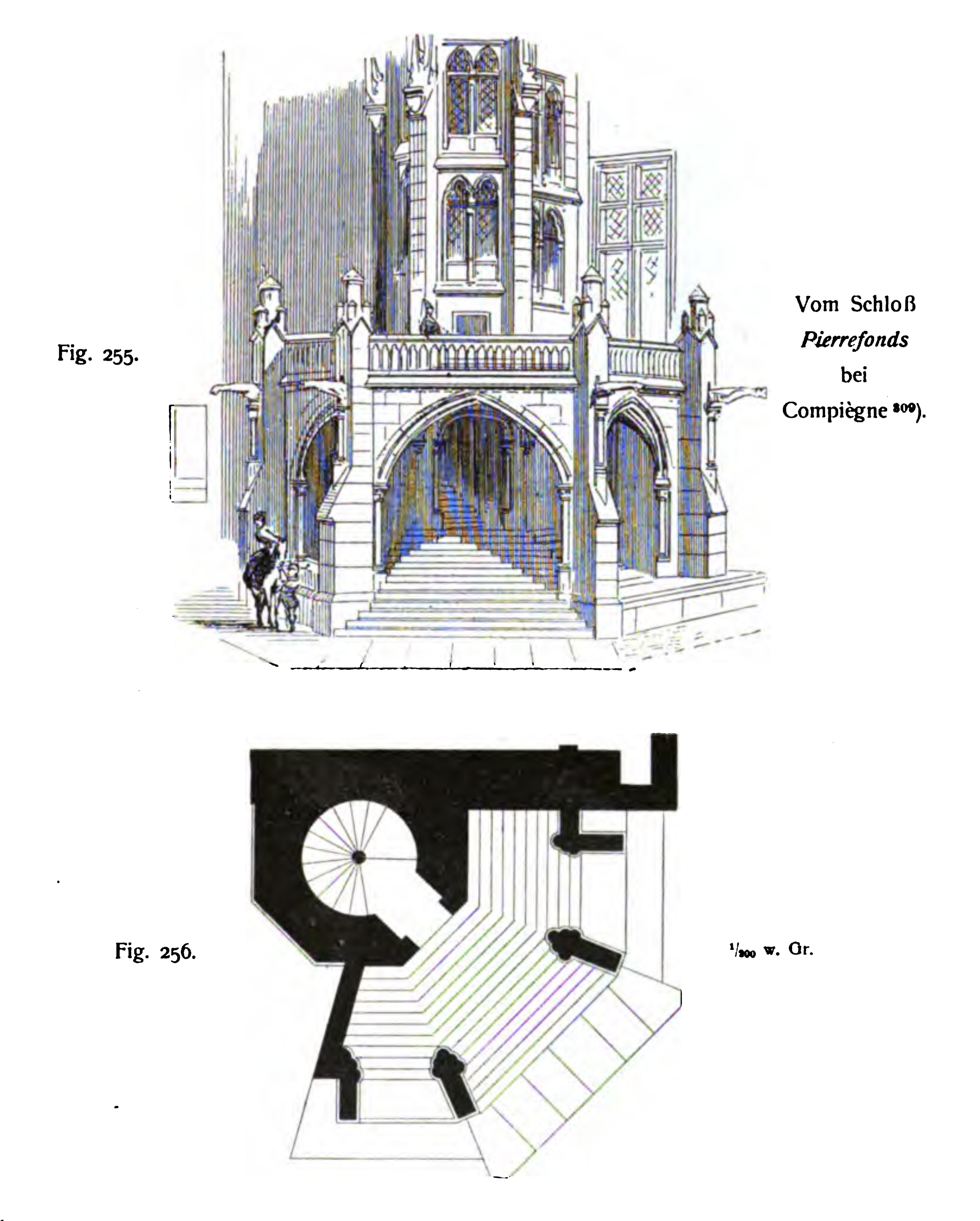


Fig. 255.

Vom Schloß *Pierrefonds* bei Compiègne[309]).

Fig. 256.

$^1/_{200}$ w. Gr.

herab die Magiſtratsverordnungen verleſen wurden; von trefflicher Wirkung iſt der mit einer Juſtitia gekrönte Antrittspfeiler derſelben.

Eine ſehr reich ausgeſtattete Freitreppe, ebenfalls mit altanartiger Erweiterung, iſt die ***Scala dei Giganti*** im Hofe des Dogenpalaſtes zu Venedig, ganz aus Marmor erbaut, ihre oberen Pfeiler mit den von ***Sanſovino*** angefertigten Koloſſalſtatuen des Mars und Neptun geſchmückt.

---

[314]) Nach: Lübke, W. Geſchichte der Renaiſſance in Deutſchland. 2. Aufl. Stuttgart 1881.

Freitreppenanlagen.

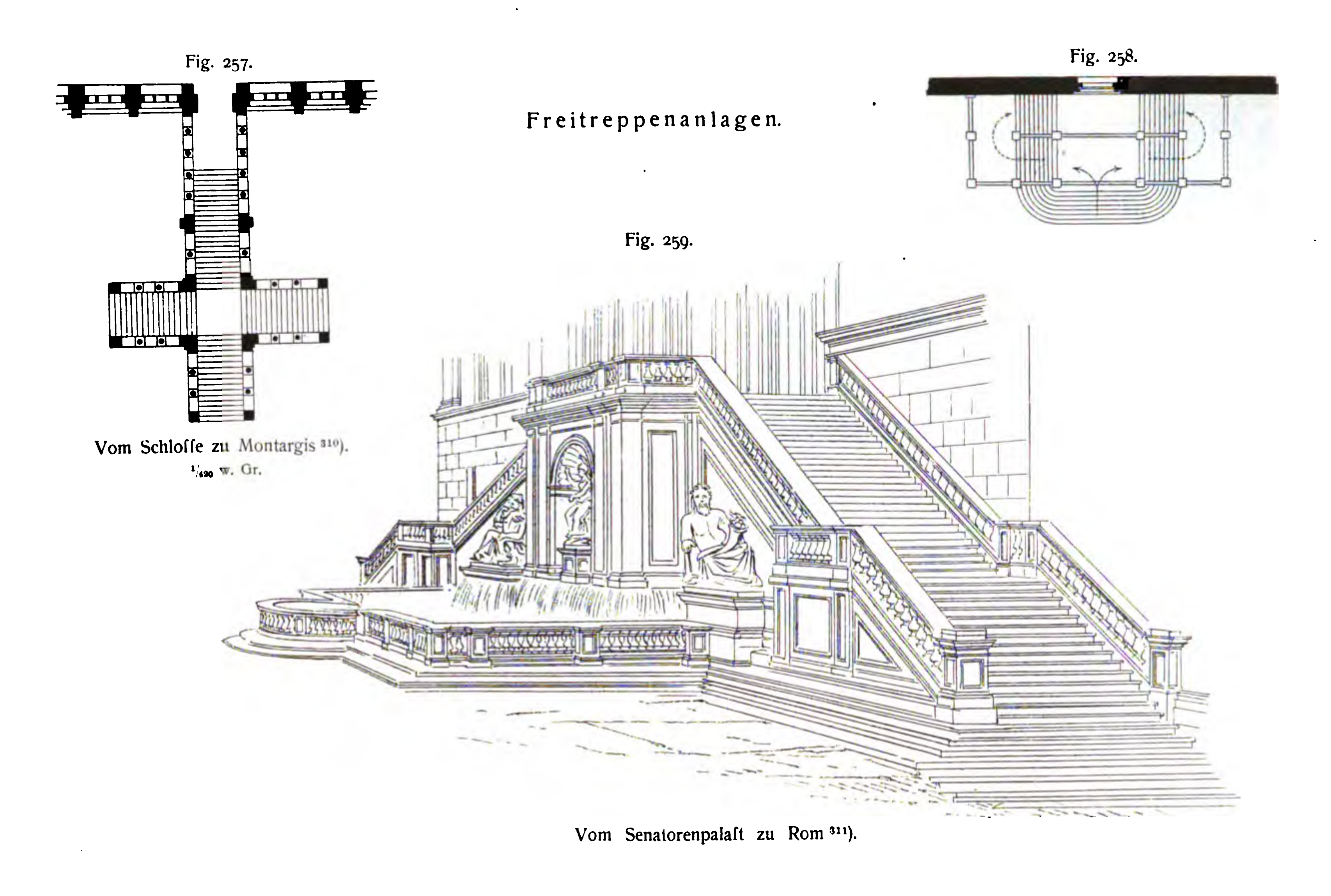


Fig. 257.

Vom Schloſſe zu Montargis [310]).

1/400 w. Gr.

Fig. 258.

Fig. 259.

Vom Senatorenpalaſt zu Rom [311]).

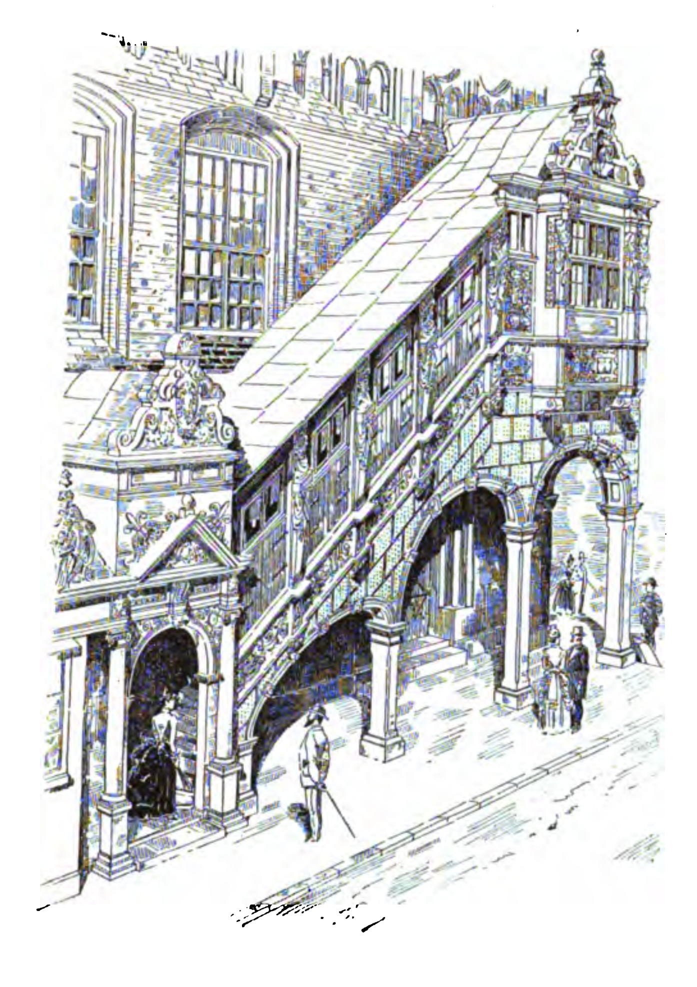


Fig. 260.

Vom Rathaus zu Lübeck[311]).

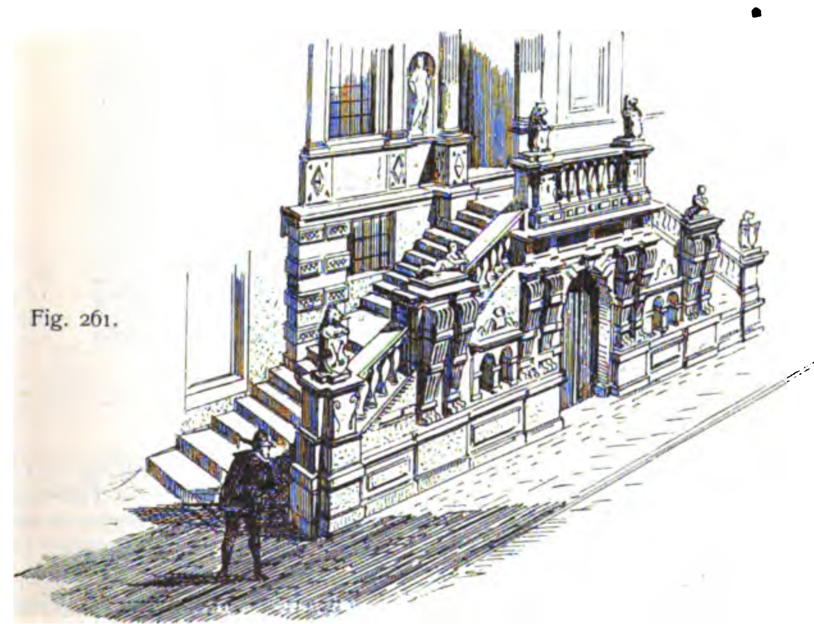
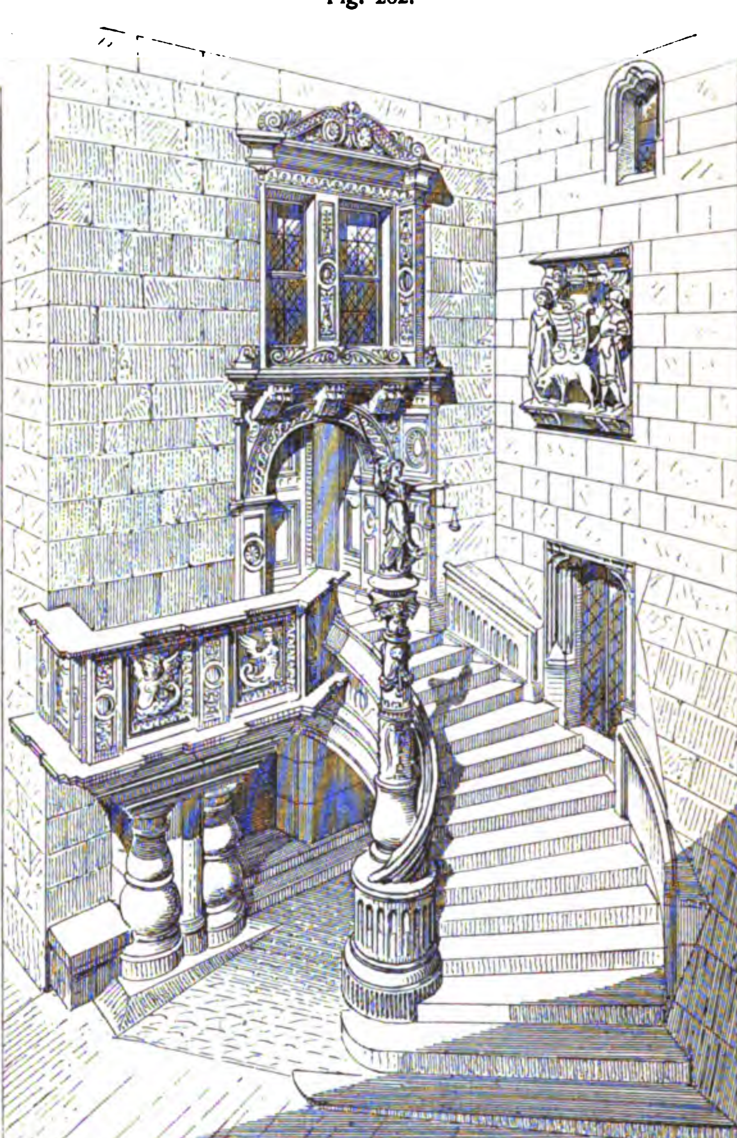


Fig. 261.

Vom Rathaus zu Leyden[313]).

Sämtliche bis jetzt besprochene Treppen befolgen sowohl hinsichtlich ihrer Anlage, als auch bezüglich ihrer konstruktiven und formalen Behandlungsweise ein strengeres architektonisches Prinzip und sind — mit alleiniger Ausnahme der mitgeteilten Rathaustreppe zu Görlitz — aus geraden Treppenläufen und Stufen zusammengesetzt.

Fig. 262.



Vom Rathaus zu Görlitz[314]).

In der Spätrenaissance, besonders aber in der auf die Renaissance folgenden Barock- und Rokokoperiode, macht sich allmählich eine wesentliche Änderung im Charakter der Freitreppen bemerklich; vorwiegend ist ein malerischer Grundgedanken in der Anordnung dieser Treppen zu erkennen, ein Losmachen von den Schranken, welche das Material hinsichtlich seiner konstruktiven und formalen Durchführung dem Architekten auferlegt, eine gänzlich freie, oft durchaus willkürliche Anordnung. Dieses Prinzip tritt besonders in den oft ganz unmotivierten Schweifungen der Wangen und Stufen hervor, welche bei den älteren strengeren Werken nach Kreisbogenteilen oder Ellipsen ge-

bildet ſind (Fig. 263 bis 266[315]), ſpäter aber, beſonders in der Rokokozeit, ganz launenhaft geſchweifte, gebrochene und verkröpfte Linien zeigen, wie Fig. 267 darſtellt, wodurch nicht nur das Beſteigen der Treppen an einigen Stellen ſehr erſchwert wird, ſondern auch der Charakter des Steinmaterials gänzlich verloren geht und eine außerordentliche Materialverſchwendung Platz greifen muß[316]).

Schließlich mögen hier noch einige Angaben über Freitreppenanlagen der Neuzeit ihren Platz finden.

Zu den großartigſten Werken neuerer Zeit iſt unſtreitig die durch *L. v. Klenze* erbaute, etwa 33 m hohe Freitreppe zu rechnen, welche vom Donauſtrome zur Walhalla (bei Regensburg) hinauf-

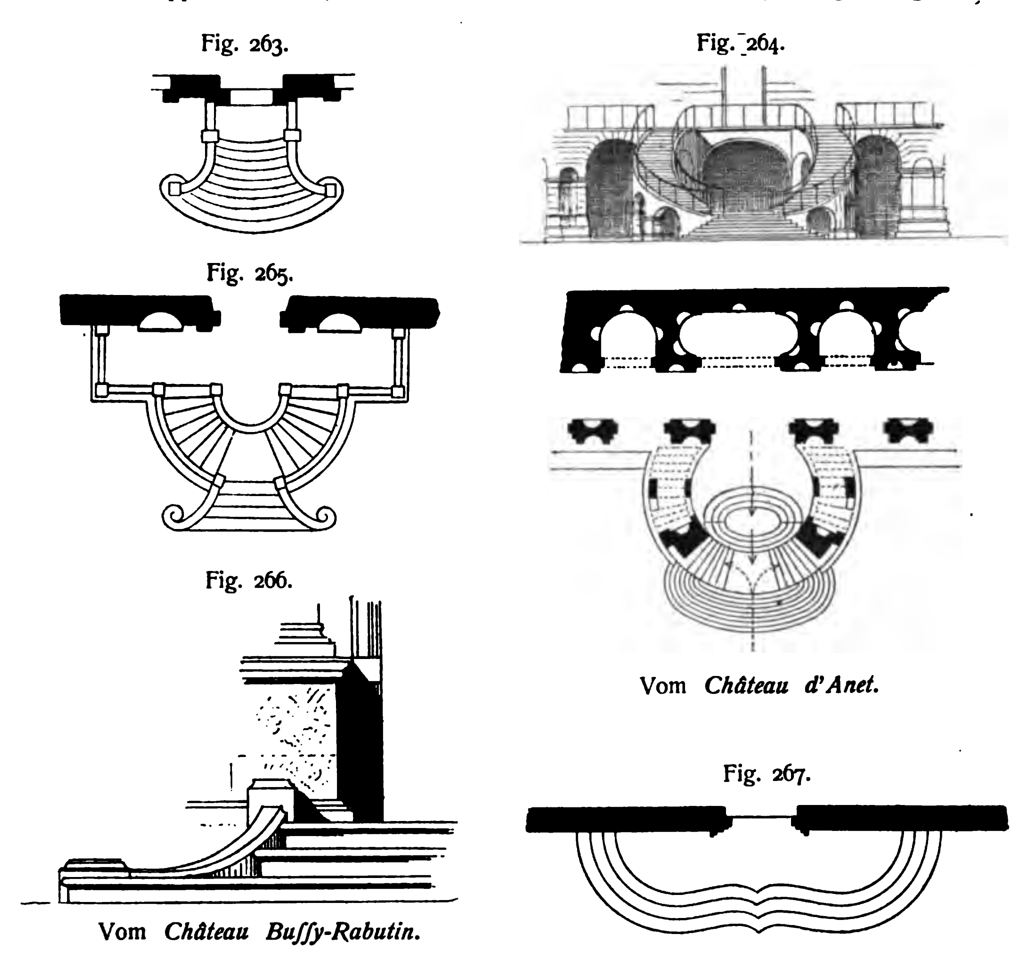


Fig. 263.

Fig. 264.

Fig. 265.

Vom *Château d'Anet.*

Fig. 266.

Vom *Château Buſſy-Rabutin.*

Fig. 267.

führt (Fig. 268 u. 269[317]). Im Vereine mit breiten, mächtigen Terraſſen, welche dem ſteigenden Bergterrain auf das glücklichſte angepaßt ſind, bildet ſie den denkbar großartigſten Unterbau dieſes edlen Bauwerkes. Das Ganze gewährt ein Landſchaftsbild von klaſſiſcher Schönheit.

Ferner mögen hier die 28,56 m breite, 21 Stufen zählende Haupttreppe des alten Muſeums und die etwa 22,50 m breite, 29 Stufen zählende Haupttreppe vor dem Schauſpielhauſe zu Berlin (beide von *Schinkel* erbaut, erſtere von 1824—28, letztere zwiſchen 1819 und 1820) Erwähnung finden.

[315]) Unter den in Fig. 263 bis 266 mitgeteilten Skizzen verdient die Treppe vom Schloſſe zu Anet (in Fig. 264, erbaut durch *Phil. de L'Orme*) hier ausführlicher beſprochen zu werden. Von einer dem Schloſſe vorgelegten Terraſſe herab führen die oberen geſchweiften und mit Geländer verſehenen Treppenarme auf einen Ruheplatz, von hier aus einerſeits in den Schloßpark, andererſeits in einen unter der Terraſſe liegenden Krypto-Portikus. Treppe und Portikus waren verſchüttet und wurden erſt 1877 wieder aufgedeckt. (Siehe: BOURGEOIS, A. *Château d'Anet. Reſtauration du crypto-portique et du perron.* Paris 1877 – ferner die Mitteilung in: BOSC, E. *Dictionnaire raiſonné d'architecture etc.* Paris 1876–80.)

[316]) Siehe auch: DUJARRIC, F. *Les eſcaliers extérieurs. Moniteur des arch.* 1878, S. 186.

[317]) Nach: KLENZE, L. v. Sammlung architektoniſcher Entwürfe. München 1831–50.

Beide Werke ſind in ihrer Anlage einfach, etwa den Freitreppen vor den römiſchen Tempeln entſprechend. Gleicher Art iſt auch die Treppe vor der *Madeleine*-Kirche in Paris. — Bei großer Breite der Treppenſtufen geht bei Anlagen, wie den oben erwähnten, die Benutzbarkeit der Räume des Erd-, bezw. Kellergeſchoſſes im hohen Grade verloren, und es empfiehlt ſich, wo dieſer Umſtand für das Gebäude zu nachteilig wird, die Treppe von demſelben abzurücken, bezw. durch Bogen mit letzterem zu verbinden, wie ſolches beiſpielsweiſe an der Freitreppenanlage vor der durch *Strack* erbauten Nationalgalerie in Berlin (Fig. 270[318]) durchgeführt iſt. Endlich ſei hier noch die dreifach geteilte Freitreppe vor dem durch *Duc* erbauten *Palais de juſtice* in Paris erwähnt (Fig. 271[319]).

170. Geſamtanlage.

Wenn wir nach dieſer allgemeinen Überſicht — welche indes durchaus nicht den Anſpruch erhebt, alle bemerkenswerten Freitreppenanlagen erwähnt zu haben, ſondern nur den Zweck hat, einige der beachtenswerteren Treppengattungen durch hervorragende Beiſpiele dem Leſer vorzuführen — einen vergleichenden Rückblick uns geſtatten, ſo ergibt ſich aus demſelben das Folgende:

1) Als monumentalſte und impoſanteſte Treppenanlage muß die das Bauwerk rings umgebende Terraſſentreppe angeſehen werden, weil ſie das Gebäude in ganz ausgezeichneter Weiſe von ſeiner Umgebung abſondert und allſeitig zur Würdigung gelangen läßt; eine ſolche Anlage läßt ſich allerdings nur mit durchaus großartig gedachten Monumentalwerken idealer Natur, wie Tempeln, Kirchen, Gedenkhallen, großen Monumenten und Werken ähnlicher Beſtimmung, in Verbindung bringen und würde bei kleineren Bauwerken und ſolchen, welche vorwiegend prakti-

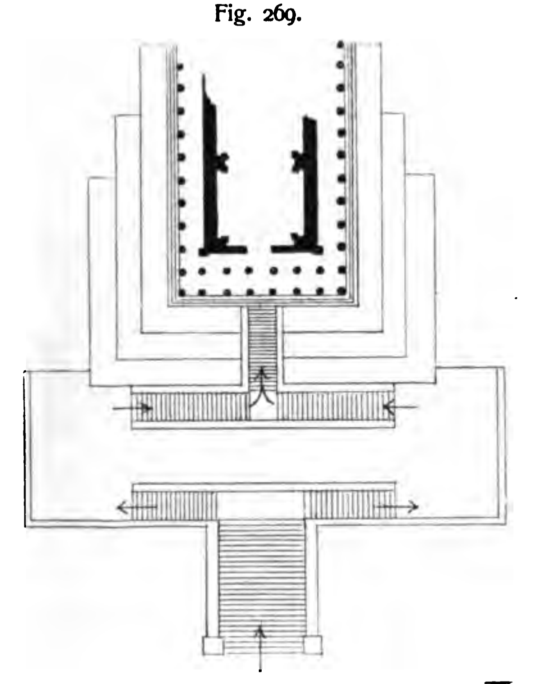


Fig. 268. Walhalla bei Regensburg[317]).

[318]) Nach: Berlin und ſeine Bauten. Berlin 1877.

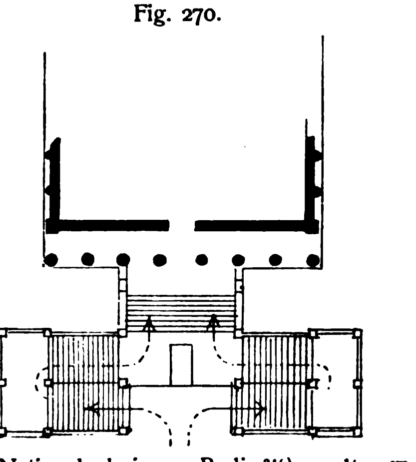
[319]) Nach: Narjoux, F. *Le palais de juſtice.* Paris 1880.

Fig. 269.



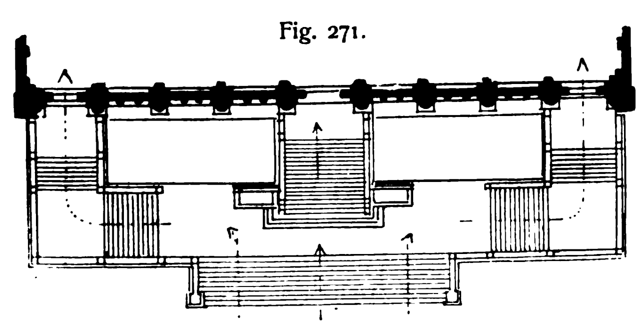
Von der Walhalla bei Regensburg[317]). — $^1/_{1850}$ w. Gr.

Fig. 270.



Von der Nationalgalerie zu Berlin[318]). — $^1/_{900}$ w. Gr.

Fig. 271.



Vom *Palais de justice* zu Paris[319]). — $^1/_{715}$ w. Gr.

ſchen Zwecken dienen, lächerlich erſcheinen.

2) Dieſer Gattung von Freitreppen ſtehen an monumentaler Wirkung am nächſten die der Vorderſeite des Gebäudes einſeitig vorgelegten breiten Freitreppen mit oder ohne Wangen, wie ſolche vor den römiſchen Tempelanlagen vorhanden, und auch an neueren Werken (wie vor dem alten Muſeum und Schauſpielhauſe zu Berlin u. a. O.) ausgeführt wurden. Die Treppe ſoll hier durchaus kein Kunſtwerk für ſich darſtellen, damit die Aufmerkſamkeit des Beſchauers vom Bauwerke ſelbſt nicht weſentlich abgelenkt werde. Bei derartigen Aufgaben iſt daher auf große Einfachheit in der Anlage zu ſehen. Solche Treppen nehmen allerdings viel Platz in Anſpruch; aber gerade die Verſchwendung des Platzes verleiht der Treppe und mittelbar dem Bauwerke den Charakter des Stattlichen und Opulenten.

3) Vor kleineren Bauwerken, zumal ſolchen, welche nur von verhältnismäßig engen Straßen aus betrachtet werden können, empfehlen ſich in der Regel mehr ſeitlich parallel geführte Arme, unter Umſtänden in Verbindung mit Kehrungen oder Anordnungen der zweiten Gattung, überhaupt verwickelte Anlagen; hier muß die maleriſche Anordnung vorherrſchen, und eine wiederholte Änderung der Richtung der Treppenläufe auch in geſchweiften Formen tut der Architektur des Gebäudes kei-

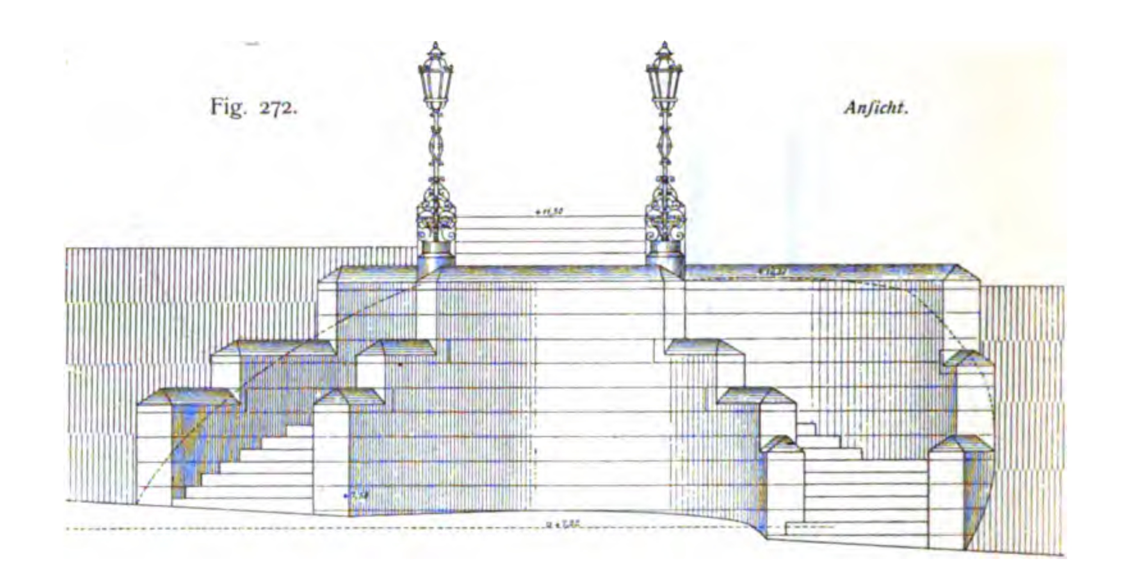


Fig. 272.

Ansicht.

Fig. 273.

Grundriß.

Steigung 16,15 cm
Auftritt 33 cm

Aufgangstreppe zum Amts-

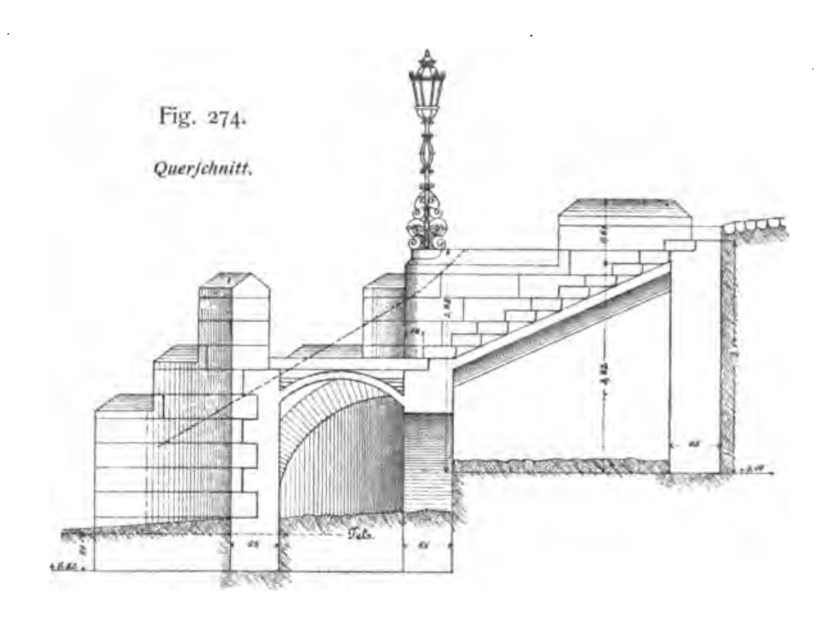


Fig. 274.

Querschnitt.

Fig. 275.

Grundriß der Fundamente.

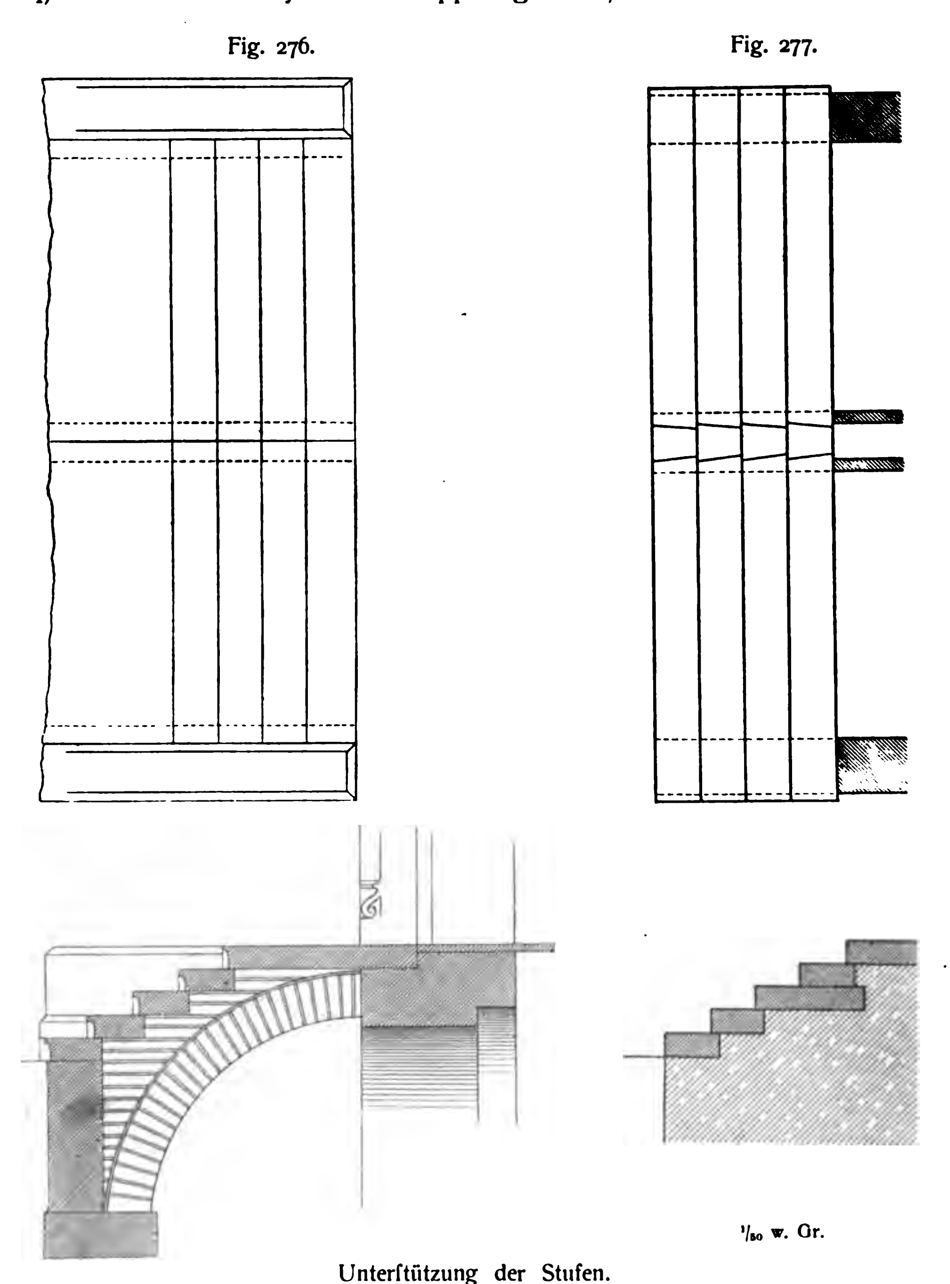
$^1/_{100}$ w. Gr.

Arch.: *Endell.*

gerichtshaufe zu Neurode.

nen Eintrag, wenn nur die Abmeſſungen (beſonders Höhe und Ausladung der Treppe) im richtigen, hier nicht weiter zu erörternden Verhältnis zum Bauwerke ſtehen (Fig. 272 bis 275).

4) Endlich ſei noch jener Freitreppen gedacht, welche den bedeckten Vor-



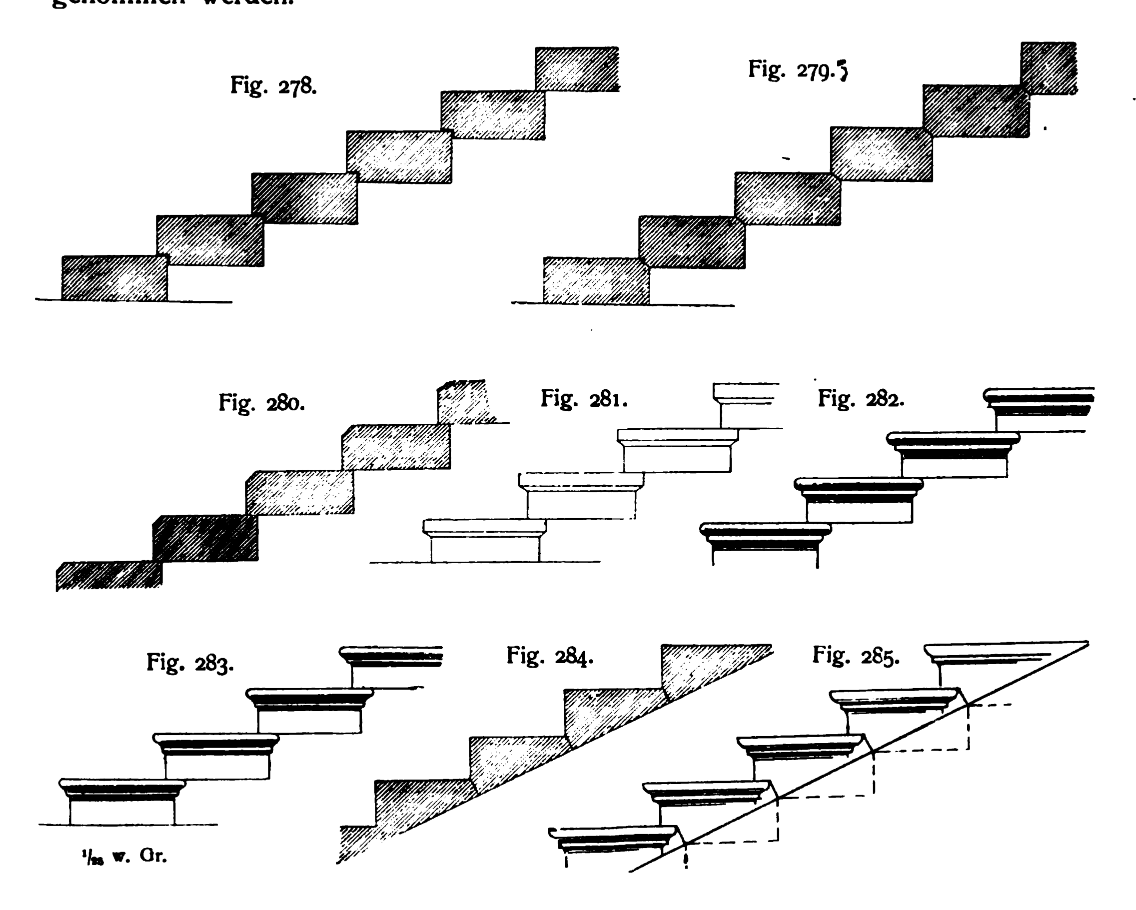
Unterſtützung der Stufen.

oder Unterfahrten an öffentlichen Gebäuden, Paläſten etc. vorgelegt ſind, ſobald deren Plattform höher als jene der betreffenden Straße, des Platzes etc. gelegen iſt. Für die Fahrenden vermitteln ſeitlich Rampenanlagen (ſiehe unter b, insbeſondere Art. 175) den Höhenunterſchied. Über den Zuſammenhang dieſer verſchiedenen Teile untereinander wird noch im IV. Teile dieſes „Handbuches“

(Halbbd. 1, Abſchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege) einiges zu ſagen ſein.

Hinſichtlich der Konſtruktion der Freitreppen, ſowie der formalen Behandlung der Stufen, Wangen und Geländer ſei hier kurz das Folgende bemerkt. 171. Konſtruktion.

1) Stufen. Als Material zu denſelben empfiehlt ſich der großen Härte und Dauerhaftigkeit wegen vorzugsweiſe Granit, in zweiter Linie Kalkſtein und Sandſtein, da die beiden letzteren teils im Freien mit der Zeit verwittern, teils bei ſtarker Benutzung ſich bald austreten. Für Granit kann bei beiderſeits aufliegenden Stufen eine freie Länge von 1,50 bis 3,00 m, für Sandſtein 1,25 bis 1,90 m angenommen werden. 172. Treppenſtufen.



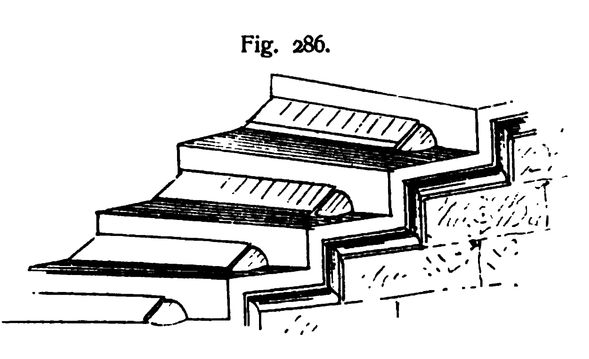
Bei größeren Treppenbreiten iſt es nötig, die Stufen aus mehreren Stücken zuſammenzuſetzen und ihre Stöße durch Bogen oder volles Mauerwerk zu unterſtützen (Fig. 276 u. 277). Um zu verhüten, daß die einzelnen Stufenſtücke ſich gegeneinander verſchieben, werden ſie häufig durch eiſerne Klammern verbunden; letztere werden, des beſſeren Ausſehens wegen, verborgen angebracht. Doch roſten ſolche Klammern und rufen dadurch mancherlei Mißſtände hervor. Deshalb hat man ſie wohl auch weggelaſſen und hat nach Fig. 277 ſchwalbenſchwanzförmige Binderſtücke angeordnet, welche weit nach rückwärts fortgeſetzt und in das Auflagermauerwerk eingebunden ſind. Hierbei entſtehen auf den Trittſtufen ſchräg gelegene Stoßfugen, was auch nicht gut ausſieht. Deshalb hat *Warth* an der Freitreppe vor dem Kollegienhaus der Straßburger Univerſität die ſchwalbenſchwanz-

förmigen Stücke unter der Stoßfuge angeordnet und die darüber liegenden Stufenſtücke durch Falzung miteinander verbunden[320]).

Seitlich finden die Treppenſtufen ihr Auflager in (Fig. 276) oder auf den Wangen (Fig. 277), in welche ſie entweder einige Centimeter tief eingreifen oder auf denen ſie durch Dübel, bezw. Klammern gehalten werden müſſen.

Von Wichtigkeit iſt, daß dieſe tragenden Mauerkörper völlig geſicherte Fundamente haben, daß die Aufſtandflächen der letzteren ſich in froſtfreier Tiefe befinden und daß dieſe Fundamente gleichzeitig mit den Fundamenten der ſich daran anſchließenden Gebäudemauern aufgeführt werden. Wenn dieſe Vorſichtsmaßregeln nicht eingehalten werden, ſo löſt ſich meiſtens die Freitreppe von dem betreffenden Gebäude ab. Die unterſte Stufe einer Freitreppe wird in der Regel auf ein durchgehendes Mauerfundament gelagert und greift auch mit einem kleinen Teile ihrer Höhe in den Boden ein.

Fig. 286.



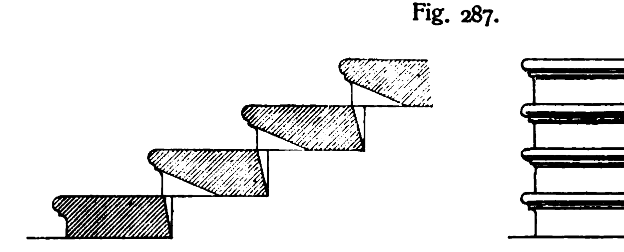
Um die gegenſeitige Lage der Stufen zu ſichern, empfiehlt es ſich, namentlich bei kleineren Längen derſelben, ſie durch Verfalzung ineinander greifen zu laſſen (Fig. 278). Ferner iſt der Waſſerabfluß zu berückſichtigen, und es iſt zweckmäßig, die Stufen und die Platten der Ruheplätze mit einer ſchwachen Neigung nach vorn zu verſehen.

Die Stufen ganz mit Erde zu unterſtopfen, iſt nicht zu empfehlen, weil ſie ſich alsdann im Frühjahr etc. leicht heben.

Hinſichtlich der Auftritts- und Steigungsverhältniſſe kann auch bei Freitreppen die allgemeine Regel gelten:

2 Steigungen + 1 Auftritt = 63 Centim.,

Fig. 287.



1/25 w. Gr.

wobei indeſſen — wegen des ſtattlicheren Ausſehens und mit Rückſicht darauf, daß Handleitungen entweder gar nicht vorhanden oder nicht immer benutzbar ſind, ſowie daß ſolche im Freien gelegene Stufen durch Regen, Schnee etc. leicht ſchlüpfrig werden — die Steigung nicht größer als $15^{1}/_{2}$ cm, beſſer nicht über 14 cm, der Auftritt hiernach zwiſchen 35 bis 31 cm angenommen werden ſollte.

Die Profilierung der Stufen kann je nach der beabſichtigten Wirkung ſehr verſchiedenartig durchgeführt werden, wie Fig. 278 bis 285 beweiſen. Sind die Stufen von unten nicht ſichtbar, was meiſtens der Fall ſein wird, ſo braucht eine

320) Siehe hierüber: BREYMANN, G. A. Allgemeine Baukonſtruktionslehre etc. Bd. I. 6. Aufl. Leipzig 1896. S. 287.

regelrechte Bearbeitung derſelben an der Unterſeite nicht einzutreten; im anderen Falle können ſie von unten bearbeitet werden, wie Fig. 281 bis 283 angeben, oder ſie können nach einer geraden Linie abgeglichen werden, wie Fig. 284 u. 285 zeigen, oder man kann auch eine Brechung der Kanten einführen (Fig. 286), wobei das Auflager der Stufen auf den Wangen, bezw. in der Wand durch ein abgetrepptes vortretendes Profil vergrößert werden kann.

In Fällen, wo die Freitreppe die darunter liegenden Räume verdunkeln würde, kann eine ſchlitzartige Durchbrechung der Stufen ſtattfinden, wie in Fig. 287 angegeben.

2) Wangen und Geländer. Hinſichtlich dieſer Teile kann auf das vorhergehende Kapitel (Art. 166 u. 167, S. 199 u. 201), ſowie auf Teil III, Bd. 2, Heft 2 (Abt. III, Abſchn. 1, C, Kap. über „Brüſtungen und Geländer“) verwieſen werden. 173. Wangen und Geländer.

b) Äuſsere Rampen.

Unter Rampenanlagen ſind die vor Portalen, Gebäudeeingängen etc. liegenden Bodenaufſchüttungen zu verſtehen, welche, von der Straßenhöhe aus bis zur Fußbodenhöhe des Erdgeſchoſſes allmählich anſteigend, eine unmittelbare Vor-, bezw. Unterfahrt von Kutſchen etc. geſtatten. Sie werden wohl auch, zum Unterſchiede von den „inneren Rampen“ „äußere“ Rampen genannt[321]). 174. Zweck.

Vor Bauwerken von größerer Bedeutung werden die Rampen häufig mit gedeckten Unterfahrten in Verbindung gebracht, damit die Perſonen, welche in den Gebäuden verkehren, in die Wagen ein- und ausſteigen können, ohne von Wind und Wetter beläſtigt zu werden. Beſonders wichtig iſt die Anlage derartiger, oft auch ſeitlich geſchloſſener Unterfahrten bei Theatern, Konzert- und Geſellſchaftshäuſern, da die Beſucher derſelben, beſonders die Damen, bei dem großen Temperaturunterſchiede, welcher zwiſchen den heißen, mit Menſchen angefüllten Sälen und der Straßenluft beſteht, ſich ſonſt leicht Erkältungen ausſetzen würden.

Die Anordnung der Rampen wird ſich vorzugsweiſe nach dem zur Verfügung ſtehenden Raume vor dem Gebäude, ferner aber auch nach der Geſtalt des Platzes und der Richtung der anſchließenden Straßen zu richten haben. Dies gilt namentlich von dem unteren Teile der Rampen, welcher allmählich in die Richtung der Straßen überleiten ſoll und zu dieſem Zwecke gewöhnlich unten eine Verbreiterung erfährt. Nur da, wo die Hauptverkehrsrichtung parallel zum Gebäude ſtattfindet und für eine Verbreiterung der Rampe der Platz nicht vorhanden iſt, kann die Fahrbahn derſelben von unten an gleich breit und parallel zur Faſſade angelegt werden. Iſt dagegen der Verkehr mehr ſenkrecht auf die Gebäudefläche gerichtet oder kommen neben dieſer noch andere Richtungen in Betracht, ſo wird man zu einer einfach oder doppelt geſchweiften Begrenzung der Rampenwangen übergehen müſſen (Fig. 290 bis 295). Dasſelbe iſt der Fall, wenn die Auffahrt zurückliegend, zwiſchen zwei vorſpringenden Gebäudeflügeln, angeordnet werden ſoll. Sehr intereſſante Ausbildungen ſtark geſchweifter Rampen und Unterfahrten zeigen die Beiſpiele in Fig. 294 u. 295[322]), erſteres vom Stadttheater in Wien (Arch.: *Fellner*), letzteres von der großen Oper in Paris (Arch.: *Garnier*). 175. Anordnung.

Bei Monumentalbauten, deren Haupteingängen Rampen mit Unterfahrten vorgelegt ſind, wird der ſtattliche Eindruck der Faſſade noch weſentlich gehoben

[321]) Siehe über dieſe Teil III, Band 3, Heft 2 (Abt. IV, Abſchn. 2, A) dieſes „Handbuches“.

[322]) Nach: Bosc, E. *Dictionnaire raiſonné d'architecture etc.* Paris 1876–80.



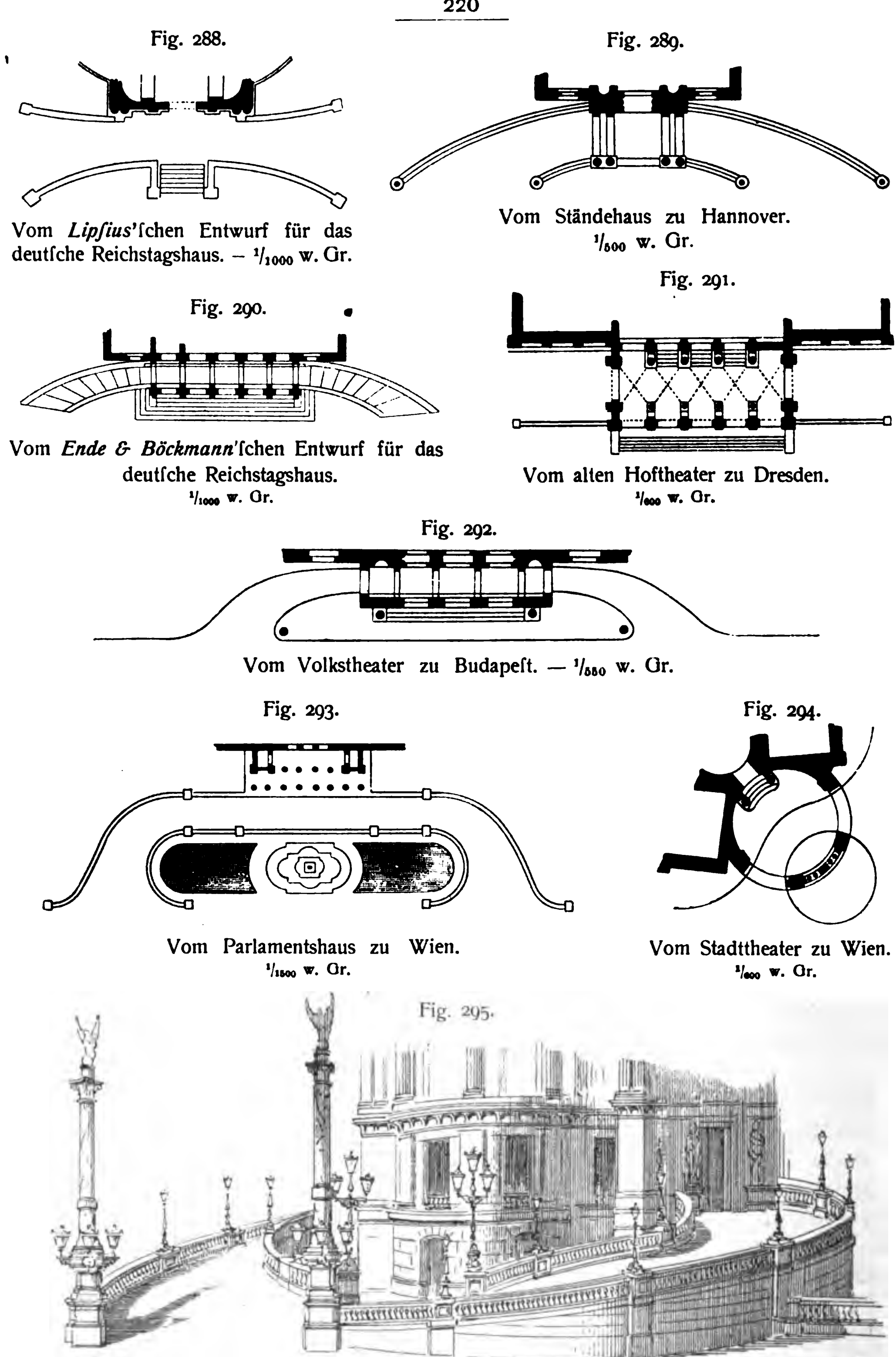


Fig. 288.

Vom *Lipfius*'fchen Entwurf für das deutfche Reichstagshaus. — $^1/_{1000}$ w. Gr.

Fig. 289.

Vom Ständehaus zu Hannover. $^1/_{500}$ w. Gr.

Fig. 290.

Vom *Ende & Böckmann*'fchen Entwurf für das deutfche Reichstagshaus. $^1/_{1000}$ w. Gr.

Fig. 291.

Vom alten Hoftheater zu Dresden. $^1/_{600}$ w. Gr.

Fig. 292.

Vom Volkstheater zu Budapeft. — $^1/_{650}$ w. Gr.

Fig. 293.

Vom Parlamentshaus zu Wien. $^1/_{1500}$ w. Gr.

Fig. 294.

Vom Stadttheater zu Wien. $^1/_{600}$ w. Gr.

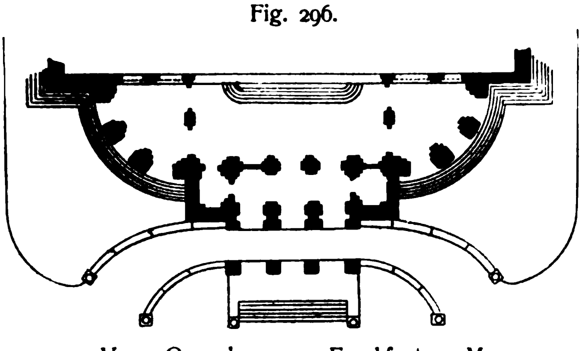
Fig. 295.

Von der großen Oper zu Paris [322]).

Rampenanlagen.

durch Verbindung der Rampe mit einer Freitreppe für Fußgänger, welche die Vorhalle auf dem kürzeften Wege erreichen wollen, eine Anlage, welche vor vielen der neueren Theater, z. B. dem Hoftheater in Hannover, dem neuen Opernhaufe in Frankfurt a. M. (Fig. 296), dem Volkstheater in Budapeft (Fig. 292) u. a. O. vorkommt. (Siehe auch Art. 170, S. 216 und Teil IV, Halbbd. 1 diefes „Handbuches“, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege.)

Fig. 296.

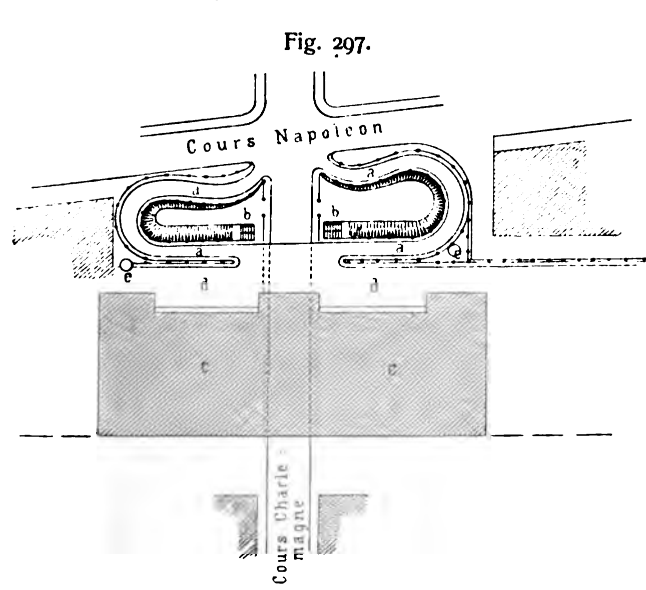


Vom Opernhaus zu Frankfurt a. M.
1/750 w. Gr.

Eine derartige Verbindung von Rampe und Treppe ift aber gerade bei Theatern dann bedenklich, wenn der Verkehr für Wagen und Fußgänger an einer Stelle vereinigt werden muß, fo daß die letzteren genötigt find, den Verkehr der Wagen zu kreuzen; es empfiehlt fich daher dringend für Fußgänger noch befondere Ausgänge anzulegen. Eine derartige, fehr gefchickte Anordnung zeigt das von *Lucae* erbaute neue Opernhaus in Frankfurt a. M., an welchem diefe Ausgänge für Fußgänger in Viertelkreisbogen verteilt find, welche fich zwifchen den Hauptvorbau und die Seitenrifalite einfchieben, ein Motiv, welches auch im oberen Gefchoß in der inneren Durchbildung auf das glücklichfte verwertet wurde.

Schließlich fei hier noch einer ftattlichen Rampenanlage Erwähnung getan, welche fich in Lyon findet und welche zugleich als Beifpiel dienen mag, wie derartige Aufgaben zu behandeln find (Fig. 297). Die Rampe hat den Zweck, das hochliegende Stationsgebäude der Station *Lyon-Perrache* der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eifenbahn mit der tiefer liegenden *Place Napoléon*, bezw. der Stadt Lyon in Verbindung zu fetzen. Die Höhe des Vorplatzes *d* vor dem Stationsgebäude *c* über der Straße *Cours Napoléon* ift eine fehr beträchtliche, da eine andere Straße *Cours Charlemagne* mitten unter dem Stationsgebäude hindurchgeführt ift. Damit das Publikum nicht nötig hat, den großen Umweg, welcher durch die Rampenanlage *a* bedingt wird, zu machen, find in *b* zwei Treppen angelegt, welche unmittelbar hinaufführen. In *e* befinden fich Piffoirs. — Über Straßenrampen und Rampenftraßen ift übrigens in Teil IV, Halbband 9 (Abfchn. 2, Kap. 4, unter b) Näheres zu finden.

Fig. 297.



Vom Empfangsgebäude der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eifenbahn zu Lyon.

Eine fernere fehr ftattliche Rampenanlage befindet fich vor dem Juftizpalaft in Brüffel.

176. Konftruktion.

Die Längenabmeffungen der Rampen hängen vom verfügbaren Platze, von der Höhenlage des Erdgefchoßfußbodens über dem Straßenpflafter und von der Bedeutung des Gebäudes ab, fo daß fich hierüber nicht gut allgemeine Regeln feftftellen laffen. Die Neigung wird im Mittel zu 1 : 15 angenommen werden können; doch wird man in vielen Fällen, namentlich bei ganz frei liegenden Gebäuden, bis 1 : 20, wenn dagegen der Raum fehr befchränkt ift, bis 1 : 12 gehen.

Die Fahrbahn der Rampe ist mindestens zu 2,60 m Breite anzunehmen; indessen empfiehlt sich, namentlich bei fehlenden seitlichen Fußwegen (wo also die Fahrbahn nur durch schmale Bordsteine begrenzt wird), eine größere Breite. Vor dem Eingange ist eine wagrechte Fläche von mindestens 3, besser 5 m Länge einzulegen; im letzteren Falle finden auch die zum Stehen gekommenen Pferde auf dieser wagrechten Ebene Platz.

Die Oberfläche der Rampen muß eine für das Befahren geeignete Befestigung, welche auch zur Schmutzbildung tunlichst wenig Anlaß gibt, erhalten. Eine Bekiesung wird nur für leichtere Wagen und wenig befahrene Rampen genügen; eine Chaussierung ist zwar widerstandsfähiger, allein nur schwer staub- und schmutzfrei zu erhalten. Eine Pflasterung ist von diesen Übelständen frei und empfiehlt sich namentlich für sehr steile Rampen, auf denen schwereres Fuhrwerk verkehrt; sie hat indes den Nachteil, daß beim Befahren derselben starkes Geräusch entsteht. Wo man auf tunlichste Geräuschlosigkeit zu sehen hat, muß Stampfasphalt oder Holzpflasterung in Anwendung kommen. Über Konstruktion und Ausführung dieser verschiedenen Befestigungsweisen ist im nächsten Abschnitt (Kap. 1) das Erforderliche aufgenommen.

Als besonderen Schmuck, vorzüglich für die Anfangspfeiler einer Balustrade, empfiehlt sich das Aufstellen von Kandelabern, welche die Auffahrt beleuchten und zugleich den Anfang derselben in wirkungsvoller Weise betonen.

177. Seitlicher Abschluß.

Um zu verhüten, daß die Rampenaufschüttung die Räume des Kellergeschosses zu sehr verdunkele, sowie zur Verhütung des Eindringens der Erdfeuchtigkeit ist dieselbe etwa 50 bis 60 cm von der aufgehenden Gebäudemauer abzurücken.

Die äußere Begrenzung der Rampe kann sich sehr verschiedenartig gestalten, insofern die Fahrbahn entweder nur durch etwas höhere Bordsteine, bezw. niedrige Mauern, welche der Rampenneigung folgen, oder durch terrassenförmig abgetreppte Mauern, oder endlich durch Balustraden und andere Geländer abgeschlossen werden kann.

Ist Gefahr vorhanden, daß die Fußgänger von den Wagen bedrängt werden, also insbesondere bei schmalen Rampen, so ziehe man ein niedriges (70 bis 80 cm hohes), mit Platten abgedecktes Abschlußmäuerchen einer hohen Brüstung vor, weil im ersteren Falle bedrängte Personen auf der Abdeckung des Mäuerchens Schutz finden können. Gestatten es der verfügbare Raum und die vorhandenen Geldmittel, so kann man auf der Rampe neben der Fahrbahn auch einen erhöhten Fußweg anlegen.

III. Teil, 5. Abteilung:

VERSCHIEDENE BAULICHE ANLAGEN.

---

3. Abschnitt.

Bürgersteige und Hofflächen, Vordächer und Kühlanlagen.

1. Kapitel.

Befestigung der Bürgersteige und Hofflächen.

Von E. SPILLNER.

Für die vor den Gebäuden anzulegenden Bürgersteige, Gangsteige oder Trottoire und für die Hofflächen werden im allgemeinen dieselben Befestigungsmaterialien angewendet, weshalb sie in nachfolgendem gemeinschaftlich behandelt werden können. Nur hat bei den ersteren der Architekt nicht völlige Freiheit, da er, selbst wenn Material und Befestigungsweise freigestellt sind, eine Anzahl baupolizeilicher Vorschriften zu beobachten hat.

a) Bürgersteige.

178. Breite und Höhenlage.

Die Breite der Bürgersteige — in städtischen Straßen werden in der Regel je zwei angelegt — wird sich nach der Straßenbreite richten müssen. In Paris schwankt die Breite zwischen 0,75 und 8,00 m; in Berlin „Unter den Linden" beträgt sie 7,50 m, in der „Sieges-Allee" daselbst 8,40 m.

In der Regel nimmt man ein Fünftel bis ein Viertel der ganzen Straßenbreite für je einen Bürgersteig.

Der Bürgersteig sollte stets höher als die Straße angelegt werden, wobei man denselben mit Bordsteinen einzufassen hat. Häufig werden letztere von der Stadtverwaltung fertiggestellt, so daß dadurch dem Hausbesitzer bereits die Höhenlage genau vorgeschrieben ist. Für die Abführung des Tagwassers der Straße muß neben dem Bordstein eine Rinne, Straßenrinne, Floßrinne, Gosse, Rinnstein genannt, angelegt werden. Die Bordsteine künstlich zur Rinne auszuarbeiten, kann nicht empfohlen werden, da sie durch ein hineingeratenes Wagenrad leicht aus der richtigen Lage kommen. Bei Plattentrottoiren läßt man wohl auch die Platten über den Rinnstein übergreifen, also ohne Bordstein, was aber selbstverständlich nur bei sehr schweren Platten zuläßig ist; dadurch wird etwas an Bürgersteigbreite gewonnen. Bei schmaler Fahrstraße ist diese Anordnung nicht zu empfehlen, weil die Platten gegen den Stoß der Räder nicht genügend gesichert sind.

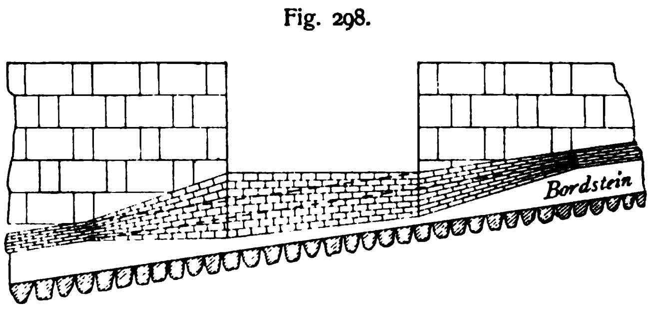
179. Gefälle. Das Längengefälle des Bürgerſteiges wird in der Regel dasſelbe wie das der Straßenkrone ſein, wobei man für Toreinfahrten keine Ausnahme macht. Iſt das Längengefälle der Straße zur Abführung des Tagwaſſers nicht genügend, ſo muß das Gerinne ein ſtärkeres Gefälle erhalten, und zwar bei Bruchſteinen, je nach der Glätte derſelben, $^1/_{300}$ bis $^1/_{150}$, bei Klinkern oder Werkſteinen $^1/_{500}$.

Stufenartige Abſätze im Bürgerſteige ſind zu vermeiden.

Das Seiten- oder Quergefälle innerhalb ſtädtiſcher Straßen (außerhalb der Städte wird man den Bürgerſteig lieber nach zwei Seiten entwäſſern) beträgt je nach der Größe des Längengefälles 1 : 40 bis 1 : 25. Bei glattem und undurchläſſigem Material kann man es flacher nehmen als bei rauhem und durchläſſigem, jedoch nicht geringer als 1 : 40, da anderenfalls ganz geringe Unregelmäßigkeiten der Oberfläche den Waſſerabfluß hindern und ſtehende Tümpel veranlaſſen.

180. Tor-einfahrten. Für die Toreinfahrten werden ſelbſt in größeren Städten noch häufig Einſchnitte in den Bürgerſteig gemacht, beiderſeitig mit einer Stufe eingefaßt. Dies iſt für den Verkehr ſehr ſtörend. Wir geben daher in Fig. 298 eine normale Anordnung, bei welcher die Bordſteine vor der Einfahrt tiefer gelegt und flach abgekantet ſind, während von der Mitte des Bürgerſteiges an bis zum Gebäude an der tiefer gelegenen Seite eine Rampe ſich bildet. In Straßen mit geringer Steigung verſchwindet dieſelbe. In einem ſolchen Falle ſucht man die Steigung von der geſenkten Bordkante bis zur Bürgerſteighöhe möglichſt kurz zu machen, etwa mit einem Gefälle von 1:6 bis 1:5, damit der größere Teil der Bürgerſteigbreite unverändert bleibe.

Fig. 298.



Längen $^1/_{100}$, Höhen $^1/_{50}$ w. Gr.

Die ſeitlichen Anrampungen werden mit einem Gefälle von höchſtens 1 : 20 angelegt.

181. Bürgerſteige. Die Bordſteine, auch Rand-, Wand-, Backen- oder Leiſtenſteine genannt, erhalten in ihrer Oberfläche ein Quergefälle, welches dem mittleren Quergefälle des zugehörigen Bürgerſteiges entſpricht.

Der Fußweg iſt gegen den Bordſtein um 4 bis 5 mm erhöht (Fig. 302), niemals vertieft anzulegen. Eine Überhöhung von 5 bis 10 mm, wie ſie manchmal vorgeſchrieben wird, iſt zu viel, da alsdann der Bordſtein nicht mehr zur Breite des Bürgerſteiges gerechnet werden kann.

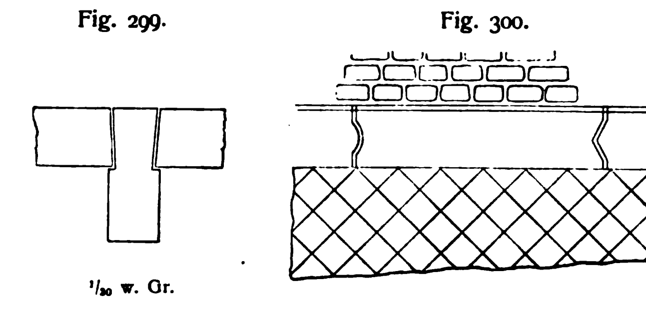
Paſſende Abmeſſungen ſind 23 cm Breite auf 30 cm Höhe; bei geringerer Höhe bietet er dem Drucke des Straßenpflaſters nicht genug Widerſtand dar[328]).

Als Material für Bordſteine ſind in erſter Linie Granit und Baſaltlava zu empfehlen, ferner auch harter Sandſtein und Kalkſtein, jedoch letzterer nicht an den Straßenecken, wo die Abnutzung durch das Fuhrwerk eine ſehr große iſt.

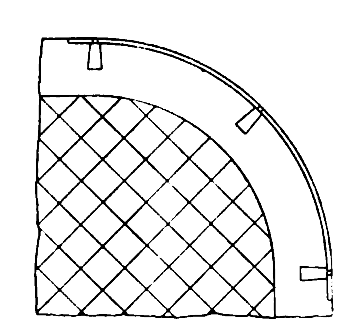
Häufig findet man die Bordſteine durch Ankerſteine gehalten, welche vorn ſchwalbenſchwanzförmig ausgearbeitet ſind (Fig. 299). Dieſes Verfahren iſt koſtſpielig. Billiger und beſſer iſt es, die Werkſtücke an den Stößen mit gerad-

[328]) Andere Abmeſſungen: Berlin: mindeſtens 25 × 30 cm; die Vorderfläche iſt 15 cm breit, von oben derartig abzuſchrägen, daß die obere Kante 4 cm breit aus dem Lote zurücktritt. – Cöln: 24 × 26 und 30 × 26 cm; Länge der Stücke 0,80 bis 1,50 m. – Bonn: 16 × 30 cm.

Fig. 299. Fig. 300. Fig. 301.



$^1/_{20}$ w. Gr.



linigem oder kreisförmigem Zahne ineinander greifen zu lassen (Fig. 300) und auf ein Backsteinfundament zu legen, welches bei einigermaßen gutem Baugrund mit 2 Stein Länge und Breite, sowie 3 Stein Höhe genügend ist. Wichtig ist es, die Steine auf ihre freitragende Länge gut zu unterstopfen, da sonst der Bürgersteig bald Einsenkungen zeigt.

Aus diesem Grunde hat man bei besonders vorsichtiger Ausführung die Untermauerung der Stöße auf die ganze Länge der Bordschwelle ausgedehnt und damit die so leicht eintretenden Nachsackungen des Belages längs des Bordsteines glücklich vermieden. Anstatt der durchgehenden Ziegeluntermauerung verwendet man auch eine 25 cm breite und 15 cm hohe Schicht von Beton[324]).

Fig. 302.

$^1/_{10}$ w. Gr.

An Straßenecken, sowie an Stellen, wo die Straße eine starke Biegung macht, sind die Bordsteine in sanfter Kurve zu verlegen. Für diese Punkte ist das härteste Material erforderlich. Steht solches nicht zu Gebote, so ist eine Flachschiene bündig einzulegen, welche durch eingelassene, in Blei vergossene Halter befestigt wird (Fig. 301).

Das Gerinne bildete man früher durch ein bis drei parallele, vertiefte Pflasterstreifen (Fig. 300); neuerdings läßt man in der Regel die Wölbung der Fahrbahn unmittelbar gegen den Bordstein stoßen (Fig. 302).

Die Tiefe der Rinne beträgt alsdann 13 bis 15 cm; an den Übergängen der Straßenecken wird sie zweckmäßig auf 8 bis 9 cm, vor den Toreinfahrten auf 6 bis 7 cm verringert.

Bezüglich des Materials für die Bürgersteigflächen hat man eine sehr 182.
große Auswahl, falls nicht bestimmte polizeiliche Vorschriften bestehen. Pflaster Natürliche Materialien.
aus unbearbeiteten Feldsteinen empfiehlt sich nicht; hingegen wird Bürgersteigpflaster aus gut bearbeitetem Granit, Porphyr, Basalt und Grauwacke vielfach ausgeführt und bewährt sich bei starkem Verkehre recht gut[325]). Zum besten in dieser Art gehören die belgischen *Platines*, nach der Schablone bearbeitete Pflastersteine aus hartem Kohlensandstein. In den belgischen Städten, welche sich bekanntlich durch ihre vorzüglichen Pflasterarbeiten auszeichnen, wird diese Art sehr viel angewendet, ebenso in rheinischen Städten. Sie hat mit den anderen Bürgersteigpflasterungen den Vorzug gemeinsam, im Winter nicht glatt zu werden, zeigt

---

[324]) Berlin: Die Untermauerung der Bordschwellen hat 4 Schichten hoch, 1 Stein stark, mit Klinkern in Zementmörtel stattzufinden.

[325]) Über die Abnutzbarkeit hat die Königl. Prüfungsstation für Baumaterialien in Berlin Versuche angestellt. – Siehe darüber: Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 315.

ſich aber wegen der kleinen Kopffläche der *Platines*, welche meiſt nur 10 bis 12^{cm} Seitenlänge haben, ſehr eben, geſtattet auch ein leichtes Ausbeſſern, deſſen Aufbruchſtellen nachher nicht ſichtbar ſind. Die Dauerhaftigkeit iſt eine außerordentliche. Beſchädigen beim Aufhacken von Eis und Schnee, unter der beſonders Aſphalt- und Zementbelag leiden, kommt nicht vor (Fig. 300 u. 301[326]).

Ein äußerſt angenehmes Material für nicht zu ſtark begangene Bürgerſteige bilden die Moſaikſteinchen von Marmor, Porphyr, Grauwacke, Sand- und Kalkſtein. Wo es in erſter Linie darauf ankommt, eine möglichſt trockene Oberfläche zu erzielen, alſo in Promenaden- und Villenſtraßen, iſt dieſe Art allen anderen vorzuziehen, da ſie wegen ihrer zahlreichen Fugen das Tagwaſſer am ſchnellſten durchläßt, ohne jemals glatt zu werden. Bei mehrfarbigem Material laſſen ſich mit Leichtigkeit hübſche Muſter legen. Die Sandbettung wählt man 8^{cm} ſtark, die Steinchen 65 bis 70^{mm} hoch, die ebenen Köpfe nicht unter 40^{mm} breit und nicht über 70^{mm} lang. Paſſende Materialien hierfür ſind: Porphyr, harter Sandſtein und Granit.

Plattenbeläge für Bürgerſteige erſtrecken ſich entweder über die ganze Breite derſelben, oder innerhalb der Pflaſterung wird eine Plattenbahn angelegt. Letztere wird man ſo breit machen, daß darauf zwei Perſonen bequem nebeneinander gehen können. Um anderen Perſonen nach beiden Seiten ausweichen zu können, legt man ſie nicht an den Bordſtein, ſondern etwa 1^{m} oder mehr von der Bordkante entfernt. Iſt äußerſte Sparſamkeit geboten, ſo ordnet man auch wohl zwei ſchmale Bahnen von 30 bis 40^{cm} Breite an, die Außenkanten $1{,}20^{m}$ voneinander entfernt, zwiſchen den Platten einen Pflaſterſtreifen von 40 bis 50^{cm}. Die Verwendung eines 25 bis 30^{cm} breiten Bordſteines als Bürgerſteig, wie dies in einigen ſchleswig-holſteiniſchen Städten noch zu finden iſt, erwähnen wir nur der Vollſtändigkeit halber; hier hat der Fußgänger, zu deſſen rechter Hand ſich der Rinnſtein befindet, das Bordrecht, d. h. der Entgegenkommende muß auf das Pflaſter ausweichen[327]).

Gehen wir von der Sicherheit gegen Gleiten aus, ſo iſt eines der beſten Plattenmaterialien die Baſaltlava, vor allen anderen Arten die Niedermendiger und Hanebacher. Dieſer Stein nutzt ſich verhältnismäßig wenig ab und wird nicht glatt. Allerdings müſſen wir hierbei bemerken, daß die Vorzüge nur von dem aus guten Lagen gewonnenen Material zu rühmen ſind, während man in rheiniſchen Städten vielfach ganz ausgelaufene Platten findet[328]).

Von natürlichen Platten kommt dem Baſalt am nächſten der Trachyt und der Granit, vor allen anderen der ſchleſiſche Granit[329]); doch tritt bei dieſen ſchon leichter ein Glattwerden ein, weshalb man ſie in Straßen mit ſtarkem Gefälle nicht verwendet. Sandſteinplatten haben dieſen Fehler in der Regel weniger, laufen ſich aber meiſtens ſchnell aus. Als die beſten darunter ſind die Weſerplatten hervorzuheben. Am ſchlimmſten finden ſich beide Fehler beim Kalkſtein vertreten, ebenſo auch beim ſchleſiſchen Marmor.

183. Künſtliche Materialien.

Künſtliche Materialien für Bürgerſteige werden in Form von Pflaſterſteinen, Platten und als Gußbelag angewendet. Unter den erſteren nennen wir wegen

[326]) Bezogen werden dieſe Steine von Lüttich und Montzen bei Verviers.

[327]) Berlin: Längs der Bordſchwelle iſt unter allen Umſtänden ein Streifen Moſaikpflaſter von mindeſtens $0{,}50^{m}$ Breite herzuſtellen.

[328]) In Cöln iſt man deshalb von der Verwendung von Baſaltlava faſt gänzlich zurückgekommen.

[329]) Berlin: Bürgerſteige unter oder von 2^{m} Breite ſind ganz mit Granitplatten zu belegen. Solche von mehr als 2^{m} Breite erhalten in der Mitte eine wenigſtens 2^{m} breite Granitbahn. (Vorſchrift von 1873.) Neben derſelben einerſeits bis zur Hauptfront, andererſeits bis zur Bordſchwelle wird Moſaikpflaſter gelegt.

ſeiner großen Verbreitung das Klinkerpflaſter, gebildet aus hart gebrannten, hell klingenden Backſteinen, meiſtens im Format $11 \times 23 \times 5\,{}^{1}/_{4}$ cm. Dieſelben dürfen weder krumm, noch windſchief ſein, keine Blaſen und Riſſe zeigen, ſollen nicht eigentlich verglaſt, aber bis in das Innere hart gebacken ſein. Als Bord hierfür werden wohl auch Klinker genommen; beſſer aber halten ſich Hauſteine. Die Klinkerbürgerſteige ſind angenehm zu begehen, werden wenig glatt, ſind billig in der Anlage und erfordern nicht häufig Ausbeſſerungen.

Sehr empfohlen wurden früher Pflaſterſteine aus Hochofenſchlacken, ſog. *Iron bricks*, aus zerkleinerter Schlacke mit Lehm oder Ton als Bindemittel hergeſtellt und dann bis zur Sinterung gebrannt. Das gebräuchliche Format iſt $31 \times 15 \times 6$ cm. Von demſelben Material werden auch Bord- und Goſſenſteine angefertigt. Größere Verbreitung ſcheinen ſie wegen ihrer Glätte nicht gefunden zu haben [330]).

Von künſtlichen Platten verdienen zuerſt die Mettlacher Tonflieſen genannt zu werden. Sie zeigen in der Bruchfläche ein durchaus ſcharfkörniges und äußerſt gleichmäßiges Gefüge. Taucht man ſie in kochendes Waſſer, ſo nehmen ſie keine Feuchtigkeit an, ein Beweis, daß ſie äußerſt wetterbeſtändig ſind. Zu Bürgerſteigen ſind nur ſolche zu verwenden, deren Oberfläche gerippt oder mit gekreuzten Fugen verſehen iſt, in denen das Waſſer ablaufen kann. Der Verbreitung derſelben ſteht bis jetzt der zu hohe Preis entgegen [331]); auch ſind Ausbeſſerungen ſchwierig und koſtſpielig.

In der Qualität ſehr nahe ſtehen die in Sinzig, Saarbrücken u. a. O. erzeugten Flieſen; auch die in München und anderen bayeriſchen Städten angewandten Plättchen aus Großheſſelohe verdienen Erwähnung [332]).

Sehr verſchieden an Brauchbarkeit ſind die Zementgußplatten, welche ſich oft leicht ablaufen und glatt werden, auch leicht brechen. Beim Ankauf derſelben hat man ſich nach dem Rufe der Fabrik zu erkundigen [333]). In den Hamburger Promenaden haben ſie ſich gut bewährt. Sie werden in den Formaten 30×30, 40×40 und 50×50 cm mit 6 bis 8 cm Dicke gegoſſen, beſtehen aus 1 Teil Portlandzement und 4 Teilen gewaſchenem Kies. Werden ſie in zwei Schichten gegoſſen, ſo wird für die untere das Verhältnis 1:4, für die obere 1:2 genommen. Die Verwendung darf erſt nach 10 bis 12 Monaten geſchehen, da erſt dann vollſtändiges Erhärten eingetreten iſt.

Gleiches gilt zum Teile vom Zementgußbelag, welcher ſich leicht abnutzt, häufig riſſig wird und ſchwer auszubeſſern iſt. In Frankreich, am Mittelrhein etc. hat ſich in den letzten Jahren eine neue Technik für Zementtrottoire auf Betonunterlage ausgebildet, welche die erwähnten Übelſtände in weit geringerem Maße aufweiſt, ſo daß in Frankfurt a. M. etc. derlei Zementbeläge die Aſphalttrottoire allmählich verdrängen. Hierzu mag allerdings der geringe Preis mit beitragen. Das Gleiche iſt in Bonn der Fall, während in Cöln und anderen Städten ſehr ungünſtige Erfahrungen vorliegen. In Landau (Pfalz) hat man *Monier*-Beton angewendet [334]). In Städten, welche unter Bodenſenkungen zu leiden haben, iſt Betonbelag nicht zu empfehlen.

Granitoidflieſen von *Peter Jantzen* in Elbing finden von dort aus ſeit 1879 immer größere Verbreitung; ſo werden ſie in Aachen ſeit 1889 in beſſeren Straßen ſtetig verwendet.

---

330) Zu beziehen von *Janſſen* in Weſel.

331) Preis im Rheinland: 8 bis 9 Mark.

332) Siehe auch Teil I, Band 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 1, Kap. 2: Tonerzeugniſſe) dieſes „Handbuches“.

333) Siehe ebendaſ.

334) Siehe: Deutſche Bauz. 1892, S. 547.

Granitfindlinge werden zunächſt zerſchlagen, dann auf Brechmaſchinen gebrochen und durch Sieben nach der Größe ſortiert. Unter Zuſatz von Zement werden 5 cm ſtarke Platten geformt und dieſe einem Drucke bis 300 kg auf 1 qcm ausgeſetzt. Schließlich werden ſie geſchliffen; das Verlegen erfolgt auf einer mageren Betonſchicht.

Da dieſe Platten meſſerſcharfe Kanten haben, ſo läßt ſich ein ſehr ſauberer Belag herſtellen, der infolge der natürlichen Härte des Granits ſich nur wenig abnutzt. Im gegebenen Falle hat man es in der Hand, durch Verwendung ſehr harten Granits (der Hornblende enthaltende ſchwarze und der quarzhaltige helle ſind am härteſten) entſprechend harte Platten herzuſtellen; doch ſtellt ſich bei dieſen im Winter eine geringe Glätte ein, die den weniger harten Platten fehlt. Die 30 bis 40 cm im Quadrat großen Platten werden am beſten diagonal gelegt, was durch fünfeckige Randplatten ermöglicht wird.

Seit 10 bis 15 Jahren kommt in Deutſchland auch das in Amerika viel verbreitete Holzpflaſter mehr in Aufnahme, vorläufig allerdings mehr für Fahrbahnen, da andere Bürgerſteigarten ſich weſentlich billiger ſtellen. Wird dasſelbe auf einer Betonunterlage ausgeführt, welche mit einer Aſphaltlage abgeglichen iſt, und werden auch die Fugen mit Aſphalt ausgegoſſen, ſo iſt weder eine Feuergefährlichkeit, noch bei genügendem Quergefälle eine ſchnelle Fäulnis zu befürchten. Daß ſich die früheren Holzbürgerſteige in Deutſchland (z. B. in der Breiten Straße zu Potsdam) ſo ſchlecht bewährten, lag lediglich darin, daß die Klötze unmittelbar in die Erde oder auf Bohlen geſetzt waren.

Eiſerne Bürgerſteigbeläge ſind hier und da in Deutſchland und Öſterreich verſuchsweiſe, auch in New-York, mehrfach ausgeführt worden. Bei der geringen Belaſtung, welche die Bürgerſteige aufzunehmen haben, dürfte für die Einführung dieſer Konſtruktion zunächſt ein ſtichhaltiger Grund nicht vorliegen.

Die größte Verbreitung von allen Belagsmaterialien ſcheint der Aſphaltguß zu haben, weil er ein angenehmes, elaſtiſches Begehen gewährt, ſich wenig abnutzt und leicht reinigen läßt, auch ſich verhältnismäßig billig ſtellt. Die demſelben anhaftenden Übelſtände, Weichwerden im Sommer und Glätte im Winter, ſind bei gutem Material und guter Ausführung den Vorzügen gegenüber verſchwindend zu nennen. Empfohlen werden Miſchungen aus *Val-de-Travers-* und *Seyſſel-*Aſphalt mit einem geringen Zuſatz, etwa 10 Vomhundert, Mineralteer; auch Miſchungen aus dem fetten Limmer- und dem mageren Vorwohleraſphalt haben ſich gut bewährt[385]).

Gegner des Aſphaltbelages führen an, daß derſelbe bei lebhaftem Verkehre ſich zu ſchnell abnutze (auf den Fußwegen der Magdeburger Strombrücke jährlich 1,7 mm) und daß die Überwachung der richtigen Miſchung ſchwierig ſei. Ein endgültiges Urteil läßt ſich zur Zeit hierüber noch nicht ſprechen. Bei einem mittleren Stadtverkehre hält ein gut ausgeführter Aſphaltbürgerſteig von 26 bis 30 mm ſtarkem doppelten Belage etwa 12 Jahre. Gerade aus verkehrsreichen Städten, wie Berlin und Cöln, liegen günſtige Urteile vor, während man in anderen Städten, z. B. Aachen, vom Aſphaltbelag gänzlich zurückgekommen iſt[386]).

Komprimierter oder Stampfaſphalt wird wegen ſeines zu hohen Preiſes für Bürgerſteige bisher nur ausnahmsweiſe verwendet. Ein vorzügliches Material bieten, bei richtiger und ſorgfältiger Herſtellung, komprimierte Aſphaltplatten von

---

[385]) Siehe auch Teil I, Bd. 1, erſte Hälfte (Abt. I, Abſchn. 2, Kap. 3: Aſphalt) dieſes „Handbuches“.

[386]) Vorſchrift für Cöln: Der Aſphaltmaſtix muß aus natürlichem Aſphaltkalkſtein und natürlichem Bergteer (Goudron) beſtehen, beides von beſter Qualität. Der zu verwendende Maſtix muß ſtets in Originalblöcken mit deutlicher Bezeichnung der Firma angeliefert werden. Der natürliche Aſphaltſtein ſoll mindeſtens 7 Vomhundert Bergteer enthalten und zur Herſtellung eines guten Maſtix nicht mehr als weitere 5 bis 10 Vomhundert (des Gewichtes des Aſphaltſteines) Bergteer erfordern. Der ſo hergeſtellte Aſphaltmaſtix muß eine gleichförmige Maſſe bilden und darf in der Kälte weder ſpröde werden, noch in der Sonnenhitze erweichen. Das zur Verwendung kommende Goudron ſoll von der Inſel Trinidad ſein. Dasſelbe muß blank und von ſchwarzer Farbe, bei gewöhnlicher Temperatur elaſtiſch ſein, bei der Handwärme ſich in lange Fäden ziehen laſſen und bei 40 bis 50 Grad C. flüſſig werden. In Terpentinöl muß es ſich auflöſen.

25×25 cm Größe, deren Stärke für Fußwege mit 3 cm, für Toreinfahrten und Straßenübergänge mit 5 cm ausreichend bemessen ist.

Rohe, pulverisierte Asphalterde wird in rotierenden, über geschlossenem Feuer befindlichen Trommeln bis zu einem bestimmten Grade erhitzt und dann in einer viereckigen Form (25×25 cm) durch eine mit Dampfkraft betriebene Presse zusammengepreßt.

Mit solchen Platten von *Kahlbetzer* in Deutz und anderen sind 6000 qm Bahnsteige in den Hallen des Hauptbahnhofes zu Frankfurt a. M. und zahlreiche Bürgersteige daselbst, in Cöln, Mainz, Wiesbaden, Dortmund, Elberfeld u. a. belegt und haben sich gut bewährt. In gegossenen Asphaltsteigen stellt man häufig die Toreinfahrten aus diesen gepreßten Platten her. Da das Verlegen ohne jedes Bindemittel auf Zementbeton erfolgt, so kann es durch jeden Maurer besorgt werden. Aufbrüche und Ausbesserungen sind leicht zu bewerkstelligen. Die Fugen, welche bereits nach dem Verlegen kaum sichtbar sind, verschwinden nach kurzer Benutzung vollständig.

Löhr'sche Zementasphaltplatten (die untere Hälfte aus Zement, die obere aus Stampfasphalt bestehend) haben sich auf stark begangenen Bürgersteigen als recht dauerhaft erwiesen[337].

Bevor wir auf die Herstellungsweise der verschiedenen Belagsarten übergehen, haben wir noch die in denselben vorkommenden Unterbrechungen zu erwähnen. Was zunächst das Abführen des Regenwassers aus den Dachrinnen und das oberirdische Abführen des Hauswassers anbelangt, so ist bereits im vorhergehenden Bande dieses „Handbuches" das Erforderliche gesagt worden. 184. Unterbrechungen der Bürgersteige.

Kellertreppen, welche in den Bürgersteig einschneiden, und Kohlenschachte zum unmittelbaren Abstürzen von Kohlen in die Keller sind mit starken Eisenblechklappen zuzudecken, welche eine rauhe Oberfläche haben müssen. Bei den zweiflügeligen Kellerfalltüren wird man durch Anbringen von Vorsprüngen oder sonstigen Hindernissen am Hause dafür sorgen, daß sie nicht ganz aufklappen können, sondern etwa unter 45 Grad geneigt stehen bleiben, um so die Vorübergehenden vor dem Herabstürzen zu bewahren.

Wir kommen nun zur Art der Herstellung, und zwar nehmen wir der Wichtigkeit wegen zuerst die Ausführung der Asphaltbürgersteige. Die Unterbettung kann auf verschiedene Art hergestellt werden: 1) als Ziegelsteinrollschicht, 2) als doppelte Ziegelsteinflachschicht, 3) als Zementbeton und 4) als Rauhpflaster mit Zementbeton.. Rollschicht empfiehlt sich nicht; auch doppelte Flachschicht, welche besser ist als die erstere, wird mehr und mehr verlassen[338], weil sich die Ziegelfugen auf der Oberfläche des Asphalts mit der Zeit bemerkbar machen. Zementbeton wird auf dem gut abgeglichenen und festgestampften Boden in einer Stärke von 10 bis 15 cm als steifer, gut durchgearbeiteter Brei aufgebracht und wird mittels Bretttafeln, welche der Arbeiter unter jeden Fuß nimmt, festgetreten oder gestampft. Ein gutes Mischungsverhältnis bieten: 1 Raumteil Zement und 5 Raumteile feiner Kies oder grober Sand[339]. Auch 1 Teil Zement, 3 Teile Sand, 3 Teile Steinschlag (hart gebrannte, klein geschlagene Ziegel oder Bruchsteine) wird mit Vorteil verwendet. Alsdann ist der Beton mit einer dünnen Schicht reinen Zementmörtels glatt abzugleichen. Im Sommer, bei großer Hitze, ist Bretterabdeckung und Annässen erforderlich. 185. Asphaltbelag.

Beim weiteren Verfahren haben wir zwischen gegossenem und gestampftem Asphaltbelag zu unterscheiden.

Gegossener Belag wird zweckmäßig in zwei Lagen von je 13 bis 15 mm Stärke und von gleicher Mischung hergestellt. Der Asphalt darf erst dann auf die Betonunterlage gebracht werden, wenn diese vollständig getrocknet ist. Der Mastix wird

---

337) Zu beziehen von *von der Wetteren* in Cöln.

338) Rollschicht, doppelte Ziegelflachschicht und Rauhpflaster mit 2 cm starker Zementabgleichung sind z. B. in Berlin nicht mehr zulässig. (Verfügung der Straßenbaupolizei vom 19. August 1887.)

339) Vorschrift für Cöln 1889.



hierbei unter einem Zusatze von etwa 5 Vomhundert Goudron mit höchstens 50 Vomhundert feinem, reinem, sand- und lehmfreien Kies zusammengeschmolzen, so daß also das Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen 1 Asphaltmastix, $^1/_2$ Kies und $^1/_{20}$ Goudron beträgt. Diese Masse wird auf der Betonunterlage mit hölzerner Spachtel rasch ausgebreitet und geebnet, noch warm mit feinem Sande bestreut und dieser durch anhaltendes Reiben gleichmäßig in die oberste Asphaltschicht hineingedrückt, dergestalt, daß dieselbe mit dem Sande vollständig gesättigt wird. Der Kies muß so vorgewärmt werden, daß durch sein Einbringen keine Temperaturerniedrigung der geschmolzenen Masse bewirkt wird; ferner darf er nur allmählich zugesetzt werden, zuerst etwa die Hälfte und dann nach tüchtigem Umrühren und Durcharbeiten der Masse die andere Hälfte. Der Kies muß möglichst gleichförmig, ganz rein und sauber ausgewaschen sein. Die Korngröße soll etwa 4 bis 6 mm betragen. Dieselbe wird gewonnen, wenn man Kies zuerst durch ein Sieb von 250 Maschen auf das Quadr.-Decimeter siebt, dadurch die gröbsten Teile ausscheidet und aus dem so gewonnenen Kies mittels eines Siebes von 400 Maschen auf das Quadr.-Decimeter noch die feineren Teile entfernt. Die Mischung in den Kesseln soll nicht eher verwendet werden, als bis dieselbe einen Wärmegrad von 150 bis 170 Grad C. erreicht hat. Man erkennt dies leicht daran, daß ein darauf gespritzter Tropfen Wasser mit Geräusch verdampft und sich die Schaufel leicht herausziehen läßt, ohne daß von der Masse daran hängen bleibt. Die Masse ist tüchtig umzurühren, damit die Mischung gleichmäßig bleibt und der Sand sich nicht am Boden absetzt[340]).

Bei Ausbesserungen kann man alten Asphalt aus aufgenommenem Belage wieder verwenden; jedoch ist dies nur für die untere der beiden Lagen zu empfehlen. Auch ist hierbei reichlich neues Material zuzusetzen, wobei folgendes Mischungsverhältnis passend ist: 1 Teil alter Asphalt, 1 Teil neuer Mastix, $^1/_2$ Teil Kies und $^1/_{15}$ Bergteer.

Das Verfahren bei Herstellung von Stampfasphaltbelag ist das folgende. Rohe, pulverisierte Asphalterde wird auf der Baustelle in Trommeln, welche über Feuer gedreht werden, oder in feststehenden Darren erhitzt, dann auf die Betonunterlage gebracht und mit Handrammen gestampft, meistens noch mit einer heiß gemachten Walze abgewalzt und mit heißen Bügeleisen gebügelt. Da das Stampfen möglichst gleichmäßig erfolgen muß, auch das schnell eintretende Abkühlen des Asphaltpulvers eine flotte Arbeit erfordert, so gehören hierzu besonders eingearbeitete Leute. Da außerdem die Transportkosten für die Wärmetrommeln und sonstigen Gerätschaften nicht unerheblich sind, so wird dieses Verfahren für kleinere Flächen sehr teuer.

Asphaltplatten von gestampftem (komprimiertem) Asphalt werden am besten ohne jedes Bindemittel auf die Betonunterlage gelegt.

186. Pflasterungen. Für Pflasterung mit größeren Steinen, ebenso aber auch für das Mosaikpflaster, wird ein Kiesunterlager gewählt; die Fugen werden gehörig mit Kies gefüllt, und nachher wird die Oberfläche gerammt. *Platines* (vergl. Art. 182, S. 225) werden am besten auf Betonschicht in diagonalen Reihen und in verlängertem Zementmörtel mit durchaus vollen Fugen so versetzt, daß ein Nachrammen nicht stattfindet. Für die am Bordstein und an der Hausfront übrig bleibenden Dreieckflächen sind besondere Dreieck-*Platines*, sog. *Coins*, zu verwenden.

Klinkerpflaster wird auf gut gewalzte oder gerammte Unterbettung dicht schließend und zunächst ohne Sand zusammengesetzt. Sind auf diese Weise 20 bis

[340]) Vergl. auch die besonderen Bedingungen des Tiefbauamtes in Cöln, welchen die vorstehenden Vorschriften über Asphaltbelag der Bürgersteige entnommen sind. (Verdingnisheft betreffend Herstellung und Unterhaltung der Bürgersteige mit gegossenem Asphalt. Cöln, April 1889.)

25^{m} hergeſtellt, ſo werden ſie begoſſen; etwa vortretende Steine werden mit einer leichten hölzernen Ramme in die Bahnfläche gebracht, bezw. mit Schlüſſeln gehoben. Dann wird reiner Sand in trockenen Lagen übergeſtreut und unter Begießen in die Fugen gefegt.

Für eine gründliche Entwäſſerung der Erdoberfläche durch Drainrohre iſt Sorge zu tragen; denn auf der Trockenhaltung beruht die Dauerhaftigkeit des Klinkerpflaſters.

Größere Platten werden in der Regel nur in Kies gelegt (z. B. Granit- und Baſaltplatten); manchmal wird auch ein Bett von Traßmörtel gewählt, wobei ein Ausfugen mit Zementmörtel ſtattfindet, wobei aber Zementflecke auf den Platten ſchwer zu vermeiden ſind, auch Aufbrüche für Kabel- und Rohrleitungen zu Beſchädigungen führen. Kleinere Platten, auch größere, wenn ſie leicht zerbrechen, werden auf Ziegelpflaſter oder Beton gelegt. Toreinfahrten ſtellt man bei letzteren am ſicherſten durch Pflaſterung her. 187. Plattenbeläge.

Die neuere Technik in der Herſtellung von Zementgußbelägen ſchlägt folgendes Verfahren ein[341]). Die Bürgerſteige, bezw. die Fußböden werden meiſtens in einer Stärke von 10 bis 12^{cm} hergeſtellt und beſtehen aus einer unteren Schicht von 8 bis 10^{cm} Stärke aus reinem Kies und Zement und einer oberen Schicht von etwa 2^{cm} Stärke aus reinem Sand und Zement. Bei der Herſtellung wird zunächſt 1 Teil Zement mit ſo wenig Waſſer angemacht, daß derſelbe gerade noch eine konſiſtente Maſſe bildet, ſodann mit 6 Teilen rein gewaſchenem und angefeuchtetem Kies ſo lange gemiſcht, bis jeder einzelne Kieſel von einer dünnen Zementſchicht vollſtändig überzogen iſt. Der ſo zubereitete Beton wird in Streifen von etwa 2^{m} Breite auf den vorher geebneten, feſt geſtampften und genäßten Untergrund in der entſprechenden Stärke aufgebracht und leicht geſtampft. Sodann wird die Decklage, beſtehend aus einer Miſchung von 1 Teil Sand und 1 Teil Zement, in der Stärke von etwa 2^{cm} aufgebracht. Zur Herſtellung dieſer Miſchung wird ebenfalls ſo wenig Waſſer genommen, daß dieſelbe noch eine konſiſtente, nicht flüſſige Maſſe bildet. Die mit dem Richtſcheit abgeglichene Decklage wird nun mit Pritſchen ſehr ſtark und ſo lange geſchlagen, bis die Oberfläche glänzend wird und Waſſer an derſelben austritt. Mit einem beſonderen Fugeiſen werden alsdann nach dem Lineal Fugen eingezogen; auch wird meiſt in die dadurch gebildeten Figuren mit einer kleinen Meſſingwalze ein Muſter eingewalzt, ſo daß das Ganze das Ausſehen eines ſauber verlegten Plattenfußbodens erhält. Um das Erhärten des Fußbodens ohne Bildung von Riſſen zu begünſtigen, wird derſelbe mit einer Sandſchicht überdeckt und etwa 14 Tage lang immer feucht erhalten[342]). 188. Zementbeläge.

Dem Übelſtande des Reißens, welcher namentlich bei Flächen von mehr als 2^{m} Ausdehnung auftritt, ſucht man zu begegnen, indem man möglichſt einzelne Felder herſtellt. Hierzu legt man in etwa 2^{m} Entfernung ſchmale Streifen aus vorher angefertigten Zementwerkſtücken ein[343]), oder man teilt durch lotrecht geſtellte Aſphaltfilzſtreifen oder auch durch Zinkſtreifen. Dies führt, genau genommen, zur Bildung von Platten. Tatſächlich hat man ſich in Frankfurt a. M., wo früher faſt ausſchließlich Betonbeläge zur Anwendung kamen, den hydrauliſch gepreßten Zementplatten zugewendet, bei denen die Bildung von Riſſen wegfällt, auch das läſtige Bedecken mit einer Sandſchicht nicht erforderlich iſt.

---

[341]) Siehe: Zeitſchr. f. Baukde. 1881, S. 519.

[342]) 4 Betonierer und 6 Handlanger fertigen täglich etwa 60 qm an; an Material ſind für 1 qm erforderlich: 0,1 cbm rein gewaſchener und geſiebter Kies, 0,02 cbm rein gewaſchener Sand, 0,035 cbm Zement.

[343]) Vorſchrift für Bonn 1886.

b) Hofflächen.

189. Offene Höfe.

Für die Befestigung der Hofflächen werden sämtliche Materialien und Behandlungsweisen, welche wir bei den Bürgersteigen besprochen haben, angewendet. Werden dieselben auch von Lastfuhrwerk befahren, so wird man von den Platten absehen müssen, welche durch den Druck des Rades leicht aus ihrer Lage gebracht werden, und dafür lieber Pflasterung in Klinkern, Granit und anderen Pflastersteinen oder in Holzklötzen anwenden, letztere aber, wie in Art. 183 (S. 228) beschrieben, auf Betonunterlage und mit Asphaltfüllung in den Fugen. Ferner ist Asphaltierung, bei leichtem Fuhrwerk von Gußasphalt (*Asphalte coulé*[344]), bei schwerem von Stampfasphalt (*Asphalte comprimé*), hier am Platze. Letzterer wird zweckmäßig in Form von gepreßten Asphaltplatten angewendet, welche leichte und sich nicht bemerklich machende Ausbesserungen gestatten. (Vergl. Art. 183, S. 228.)

Wird der Begriff des Hofes weiter ausgedehnt, wie bei Schulen, wo man auch wohl den hinter dem Gebäude gelegenen Spielplatz mit als „Hof" bezeichnet, so tritt zu den genannten Befestigungsweisen die Bekiesung hinzu.

Dieselbe wird meistens in zwei Lagen ausgeführt. Zur unteren nimmt man in Rücksicht auf bessere Wasserabführung gröbere Flußgeschiebe, Abfälle von Sandsteinen, Granit und Kalksteinen, hart gebrannte Backsteine, Hochofenschlacke und festere Kohlenschlacke; darüber kommt dann als zweite Lage Kies. Die Stärke jeder Lage ist auf 8 bis 10 cm anzunehmen, also die ganze Stärke 16 bis 20 cm. Die obere Lage ist abzuwalzen. Um das Verschieben der einzelnen Steine zu hindern, mischt man entweder das Material für die obere Lage mit lehmhaltigem Sande oder walzt eine dünne Schicht Lehm ein. Auch das Übergießen mit Lehmbrühe verschafft einige Festigkeit. Sollen innerhalb der Kiesflächen Rasen oder Blumenstücke angelegt werden, so hat man zuerst für diese den Mutterboden nach Zeichnung aufzubringen und erst, wenn dieser geregelt ist, den Kies zu schütten, weil er bei umgekehrtem Verfahren vom Mutterboden verunreinigt werden würde. Andere Befestigungsarten sind: 8 cm hoch Backsteinstücke, 10 cm hoch grobe Kohlenasche oder grober Kies, 5 cm hoch feiner Kies oder: 15 cm hoch grobe Kohlenasche, 5 cm hoch feine Kohlenasche, 2 cm hochrote Kesselasche.

Ist der Untergrund völlig undurchlässig, so genügt das angegebene Verfahren noch nicht, trockene Spielplätze herzustellen. Man wird dann durch Drainage eine regelrechte Entwässerung herbeizuführen haben.

Über die Entwässerung der Hofräume, über die Gefälle und Rinnen, welche für diesen Zweck herzustellen sind, sowie über die Abführung des Wassers, welches aus den Regenrohren auf die Höfe gelangt, ist bereits im vorhergehenden Bande dieses „Handbuches" das Erforderliche gesagt worden. Wesentlich ist es, bekiesten Flächen ein geringes Gefälle zu geben, da sonst nach jedem Regen tiefe Furchen entstehen.

190. Bedeckte Höfe.

Ist ein Hofraum mit Glas überdeckt, so kommen für die Befestigung seiner Bodenflächen auch noch einige Materialien und Herstellungsweisen in Frage, wie sie auch sonst für Innenräume Anwendung finden. Insbesondere ist es der Terrazzoboden, von dem alsdann häufig Gebrauch gemacht wird; über diesen, sowie über andere einschlägige Fußbodenausführungen ist in Teil III, Band 3, Heft 3 (Abt. IV, Abschn. 3, A) dieses „Handbuches" das Nötige zu finden.

[344]) Siehe auch: Teil I, Bd. 1, erste Hälfte (Abt. I, Abschn. 2, Kap. 3: Asphalt) dieses „Handbuches".

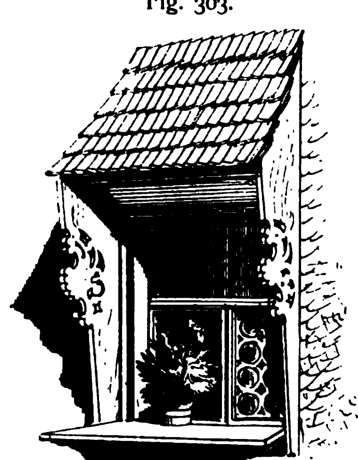
2. Kapitel.

Vordächer.

Von Dr. EDUARD SCHMITT[345]).

Unter Vordächern find Bedachungen zu verftehen, welche vor der Front eines Gebäudes vorfpringen. Ihr Zweck ift fehr verfchieden: fie follen entweder dazu dienen, wie bei Theatern, Gafthöfen, größeren Privatgebäuden etc., eintretenden Perfonen oder vorfahrenden Kutfchen gegen Regen, Schnee etc. Schutz zu gewähren[346]), oder fie follen, wie bei Güterfchuppen auf Bahnhöfen, bei Warenhäufern etc. über Ladeperrons, es ermöglichen, Waren oder Gepäckftücke im Trockenen aus- und einladen zu können. Auch werden die Vordächer wohl, wie folches im Mittelalter in vielen Städten allgemein üblich war, zur Deckung ausgeftellter Gegenftände vor einem Fenfter angebracht, oder fie dienen, wie dies bei den Holzbauten in der Schweiz vielfach der Fall ift, zum Schutze des Fenfters felbft (Fig. 303[347]). 191. Zweck und Anlage.

Fig. 303.



Von einem Haufe zu Appenzell[347]).

In neuerer Zeit werden in größeren Städten vor den Schaufenftern größerer Ladengefchäfte gleichfalls Vordächer angeordnet, damit die ausgeftellten Gegenftände auch bei Regenwetter befichtigt werden können.

Soll ein Vordach den Perfonen, welche in Wagen einfteigen oder diefelben verlaffen, Schutz gewähren und befindet fich vor dem betreffenden Gebäude ein Vorgarten oder ein Vorhof, welcher nicht befahren werden darf, fo wird das Vordach vor der äußeren Einfriedigung angebracht und durch einen verglaften Gang mit dem Gebäudeeingang in Verbindung gebracht[348]).

Von der nachftehenden Betrachtung find bewegliche Einrichtungen, die unter dem Namen „Marquifen" bekannt find, ausgefchloffen.

Die Abmeffungen der Vordächer find fehr verfchieden; hauptfächlich ift der befondere Zweck derfelben dafür maßgebend. 192. Abmeffungen.

Kleine Schutzdächer, welche an Wohnhäufern angebracht werden und nur dazu dienen, Einlaß begehrenden Perfonen Schutz vor Regen etc. zu gewähren, können eine Länge von bloß 2,00 bis 2,50 m erhalten und je nach ihrer Höhe 1,00 bis 1,25 m vor der Gebäudefront vorfpringen.

Solche kleine Vordächer können allenfalls auch für Fahrende beim Befteigen und Verlaffen der Kutfchen einigen Schutz bieten; doch möchten Vordächer, wenn fie in diefem Falle ihrem Zwecke vollkommen entfprechen follen, nicht unter 3,00 m Länge haben und nicht weniger als 2,00 m, beffer 2,25 m vor der Gebäudefront vortreten. Soll nicht nur der Wagen, fondern auch die Pferde unter Dach ftehen, fo muß die Länge auf 5,00 m, beffer auf 6,00 m gefteigert werden.

Über diefe Abmeffungen geht man nicht felten wefentlich hinaus, teils um dem beabfichtigten Zwecke noch beffer zu genügen, teils um das Vordach den übrigen Maßverhältniffen des Gebäudes anzupaffen etc. Das in Fig. 304[349]) dar-

---

345) In 1. Auflage bearbeitet durch Herrn Profeffor † *F. Ewerbeck.*

346) Vergl. auch Teil IV, Halbbd. 1, Abfchn. 5, Kap. 1, a, 2: Vorhallen, Eingänge und Torwege.

347) Nach: GLADBACH, E. Der Schweizer Holzftil etc. Darmftadt 1864–68.

348) Siehe auch: *Glaß fhelters in ftreets. Builder,* Bd. 42, S. 220.

349) Nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1877, Bl. 20.

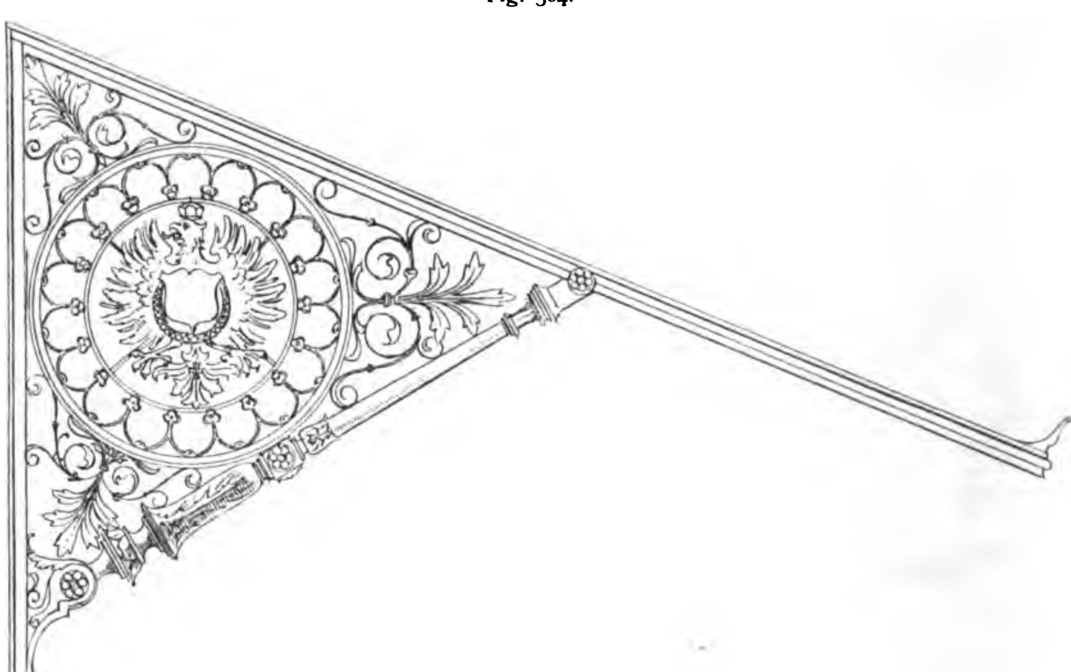
geftellte Vordach am Gafthof „Kaiferhof“ in Berlin hat beifpielsweife eine Länge von 9,30 m und eine Ausladung von 2,80 m.

Vordächer erhalten eine noch größere Länge, wenn an dem betreffenden Gebäudeeingang zu gleicher Zeit mehrere Wagen halten follen, wie dies bei Theatern, Saal- und Konzertgebäuden, Bahnhöfen etc. der Fall ift.

So hat z. B. jedes der beiden Vordächer an den Langfeiten des Theaters zu Moskau eine Länge von 45,40 m bei einer Ausladung von 4,60 m. An der Ankunftsfeite des Südbahnhofes in Wien befindet fich ein 94,00 m langes, an jener des Staatsbahnhofes dafelbft ein 133,00 m langes Vordach etc.

Auch die längs der Schaufenfter von Ladengefchäften angeordneten Vordächer haben in der Regel eine größere Länge. So z. B. befindet fich vor den *Magafins du Bon-Marché* in Paris ein Vordach von 109,00 m Länge.

Fig. 304.



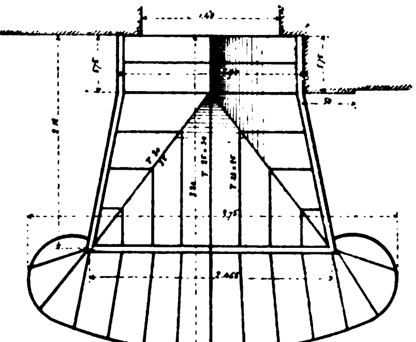
Vordach am Gafthof „Kaiferhof“ zu Berlin[319]). — 1/20 w. Gr.

Die Höhe, in welcher die Vordächer angebracht werden, ift zunächft von der Art des Verkehres, welcher darunter ftattfinden wird, abhängig, aber auch von den Höhenverhältniffen des betreffenden Gebäudes felbft. Bei den vorhin erwähnten kleinen Schutzdächern über Hauseingangstüren ift die Höhe der am tiefften herabreichenden Konftruktionsteile über Pflafter-, bezw. über Türfchwellenoberkante meift durch die Geftaltung diefer Tür felbft gegeben. Unter 2,25 m lichter Höhe zu gehen, empfiehlt fich indes nicht; doch wähle man die Höhe auch nicht zu groß, da mit zunehmender Höhe die Ausladung des Vordaches gleichfalls größer angenommen werden muß, wenn es gegen Schlagregen etc. tatfächlich Schutz gewähren foll.

Sollen unter einem Vordach Kutfchen vorfahren können, fo darf unter gewöhnlichen Verhältniffen kein Konftruktionsteil desfelben tiefer als 2,75 m über Pflafteroberkante herabreichen. Für Staatskaroffen und dergl. muß man mit diefer lichten Höhe auf 3,00 m, felbft 3,20 m und darüber gehen.

Fig. 305.





Vordach an einem Hause zu Paris[350]).
Arch.: *André & Fleury.*

193. Grundrißform.

Die Vordächer erhalten im Grundriß eine ziemlich verschiedene Gestalt. Es gibt solche von im Grundriß dreieckiger Form (Fig. 308 u. 309), noch häufiger solche, welche in der wagrechten Projektion rechteckig begrenzt sind (Fig. 310 bis 316 u. 325); die langgestreckten Vordächer an längeren Unterfahrten, an Schaufenstern etc. bilden im Grundriß fast ausschließlich einen schmalen und langen rechteckigen Streifen (Fig. 331). Seltener kommen durch ein Trapez gebildete Grundrißfiguren (Fig. 317 u. 318) vor.

Reicher ausgebildete Vordächer erhalten wohl auch krummlinige Grundrißbegrenzungen. Viertelkreise (Fig. 319), Halbkreise (Fig. 320), halbe Ellipsen (Fig. 321) etc. sind zu finden; ebenso kommen Grundrißfiguren vor, bei denen sich gerade an gekrümmte Linienzüge anschließen (Fig. 322 bis 324).

Wie Fig. 306[351]) u. 328[352]) zeigen, sind auch noch verwickeltere Formen zur Ausführung gekommen.

194. Dachflächen.

Bisweilen wird das Vordach durch eine einzige ebene Dachfläche gebildet; letztere ist alsdann in der Regel nach vorn geneigt (Fig. 304 u. 325); doch fehlt es nicht an Anordnungen,

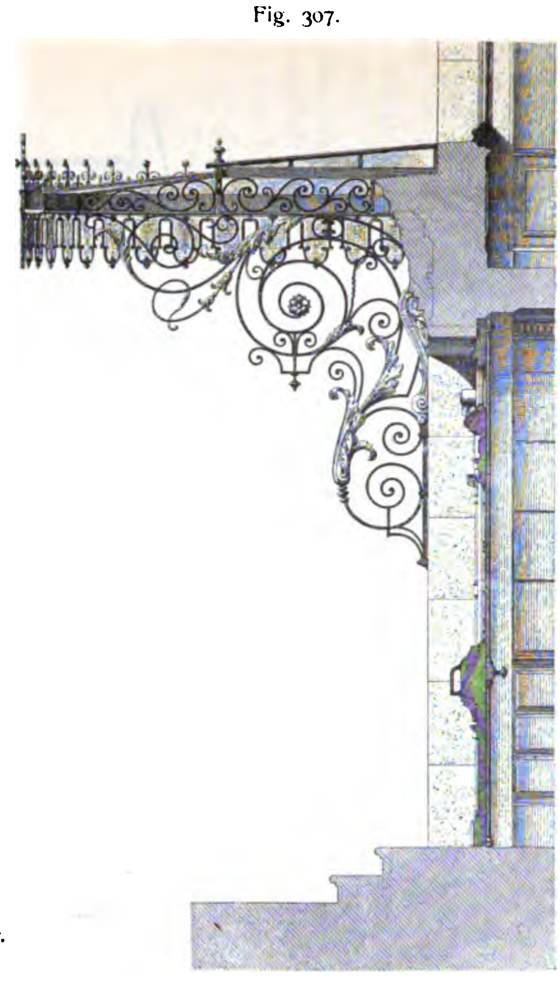
350) Fakf.-Repr. nach: *Nouv. annales de la constr.* 1872, Pl. 53.

351) Fakf.-Repr. nach: *Revue gén. de l'arch.* 1885, Pl. 59.

352) Nach: *La semaine des constr.*, Jahrg. 6, S. 451.

Fig. 306.

Fig. 307.

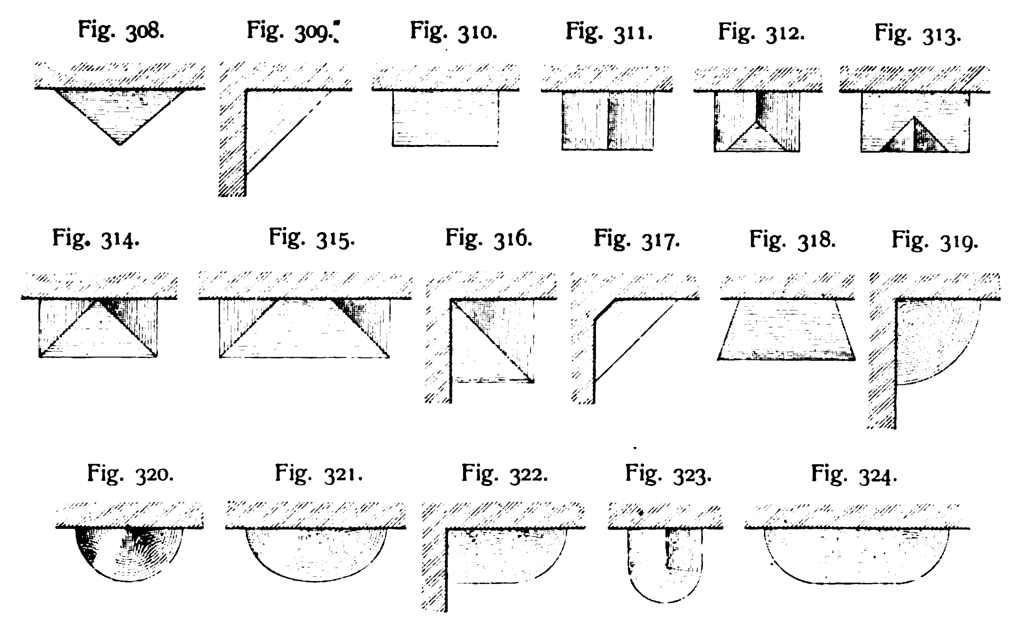


1/30 w. Gr.

Anſicht.

Querſchnitt.

Vordach an einem Hauſe zu Neuilly[351]).

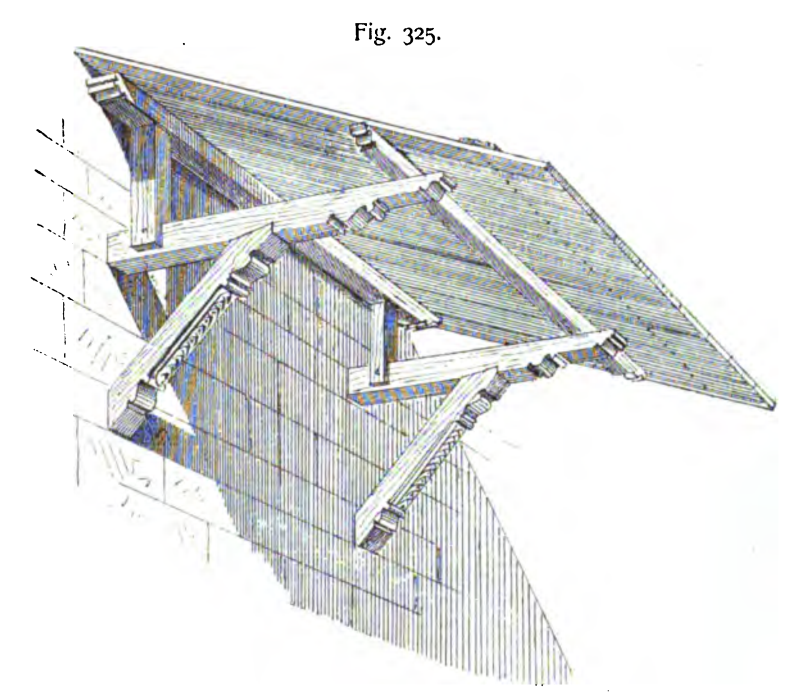


Grundrißformen von Vordächern.

bei denen die Dachneigung gegen das Gebäude zu gerichtet iſt (Fig. 305 u. 330 bis 332[353]).

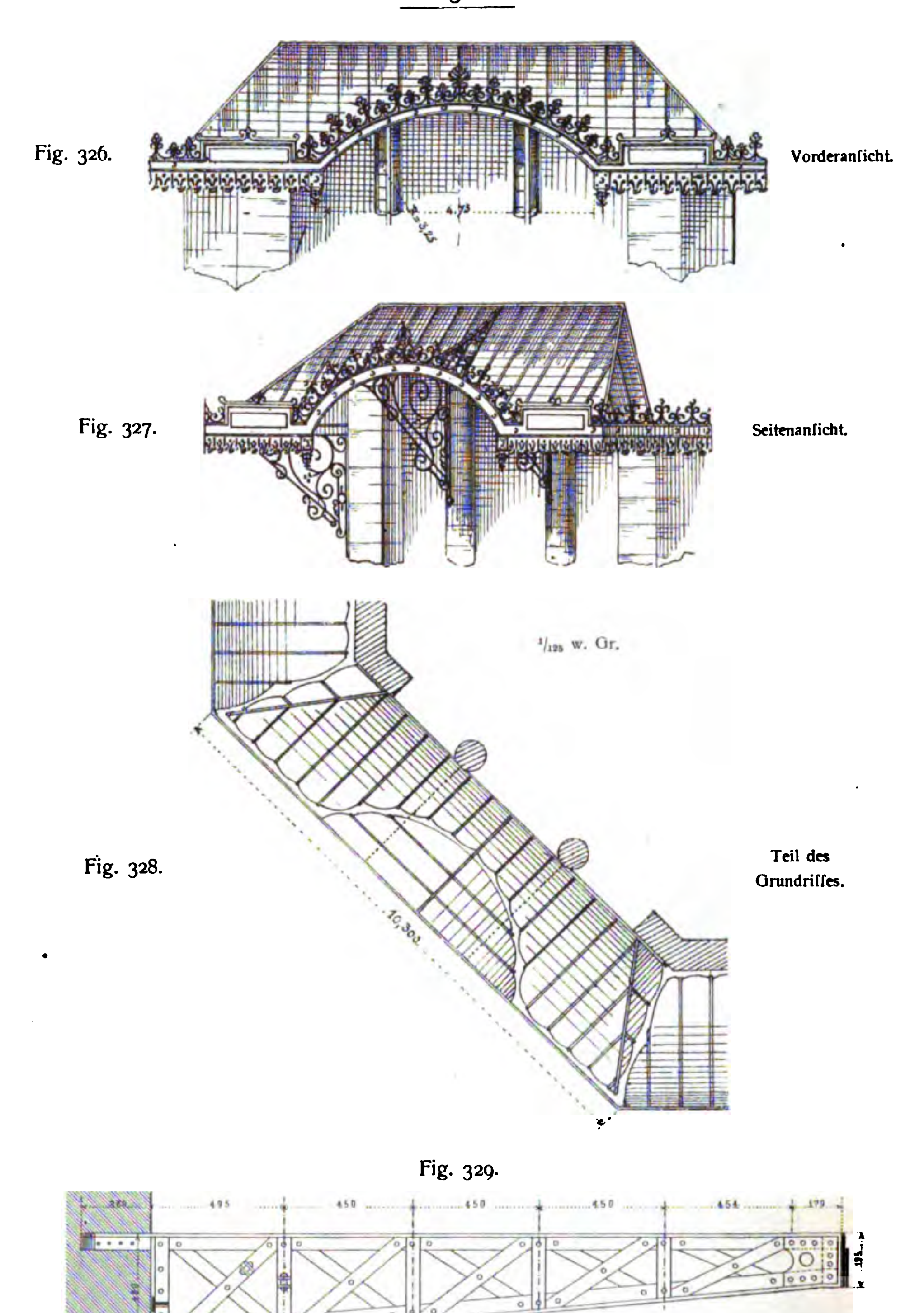
Meiſt wird das Vordach aus mehreren ebenen Dachflächen zuſammengeſetzt, wie Fig. 305 u. 311 bis 316 Beiſpiele dafür darſtellen; doch findet man auch gekrümmte Dachflächen oder eine Vereinigung von ſolchen mit ebenen Dachflächen

Fig. 325.



Von einem Kirchenportal zu Bormio.

[353]) Fakſ.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1887–88, Pl. 1194.



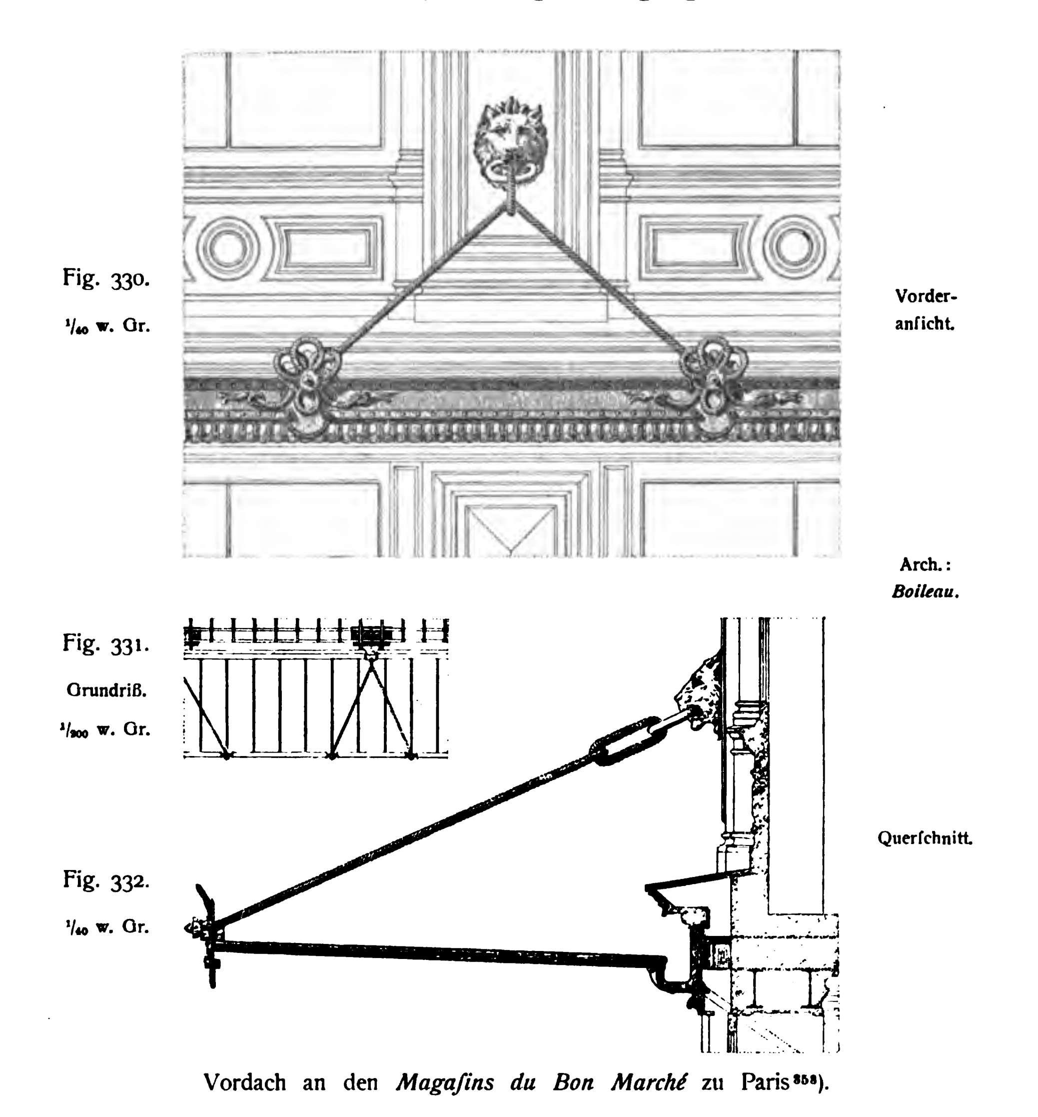
Konstruktion eines Dachbinders. – 1/25 w. Gr.

Vordach am Geschäftshaus „Zum Pygmalion“ zu Paris[352]).

Arch.: *Liet.*

(Fig. 306 u. 307, 319 bis 328). Hauptſächlich ſind es kegelförmige und ſphäriſche Flächen, welche zur Ausführung gekommen ſind; indes ſind auch zylindriſche (Fig. 333 u. 334[354]) nicht ausgeſchloſſen.

Die Konſtruktion der Vordächer iſt je nach dem Material, aus welchem dieſelben beſtehen, ſehr verſchieden. Am einfachſten, aber auch zugleich am mannigfaltigſten läßt ſich ihre Ausbildung bei Zugrundelegung von Holz oder Eiſen ge- 195. Konſtruktion.



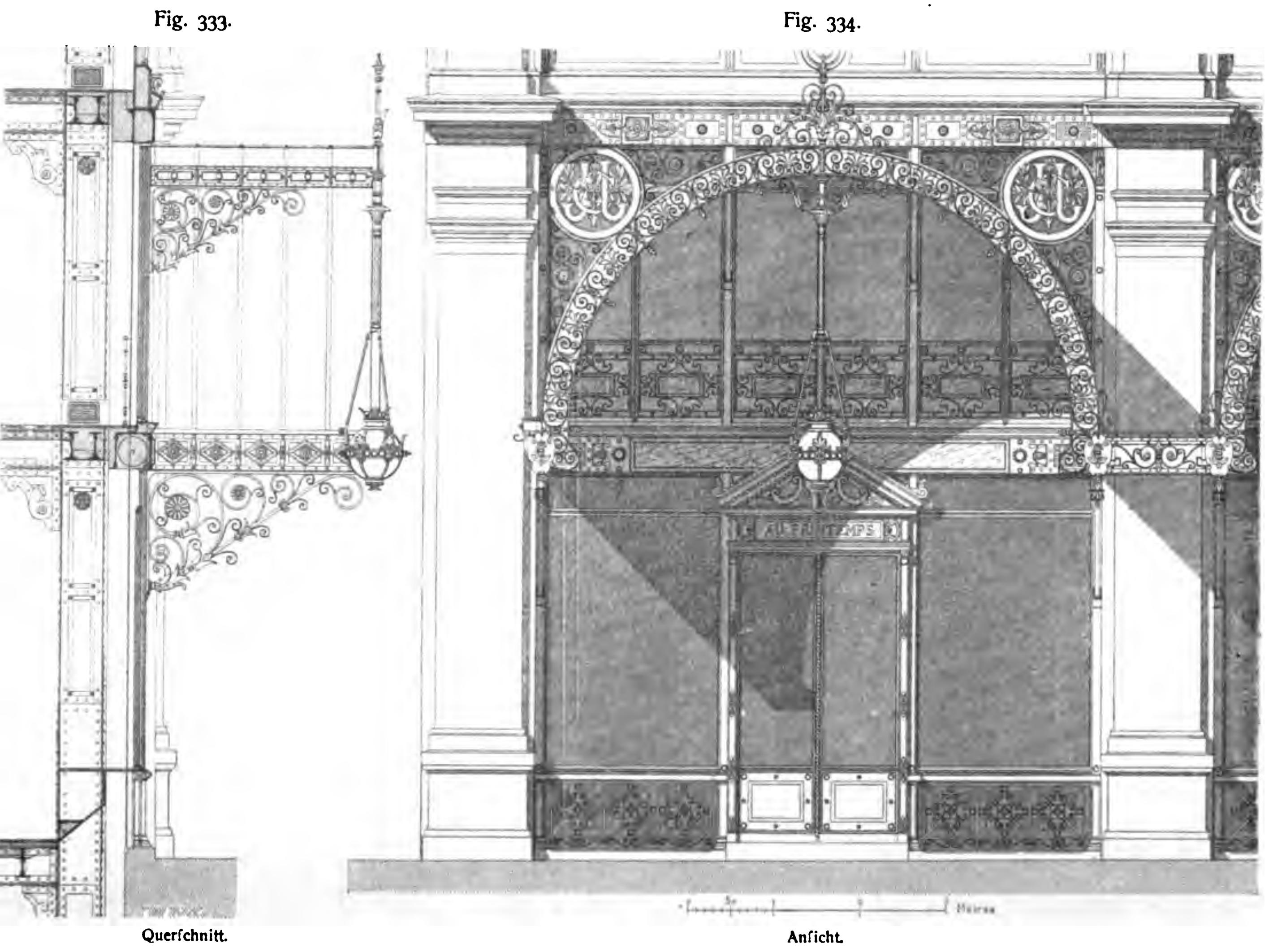
Vordach an den *Magaſins du Bon Marché* zu Paris[355]).

ſtalten, da dieſe Materialien mehr als irgend welche andere weite Ausladungen ermöglichen, während bei Hauſteinen oder bei Backſteinen nur verhältnismäßig kleine Vorſprünge erzielt werden können; doch kommen — allerdings mit Zuhilfenahme von Säulen — namentlich an italieniſchen Bauwerken in Stein ausgeführte Vordächer vor, welche eine ziemlich beträchtliche Ausladung beſitzen, wie aus den Beiſpielen in Fig. 335 u. 336[355]) erſehen werden kann.

[354]) Fakſ.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1885, Pl. 992.
[355]) Nach: Zeitſchr. f. bild. Kunſt 1883, S. 73, 77.

Fig. 333.

Fig. 334.



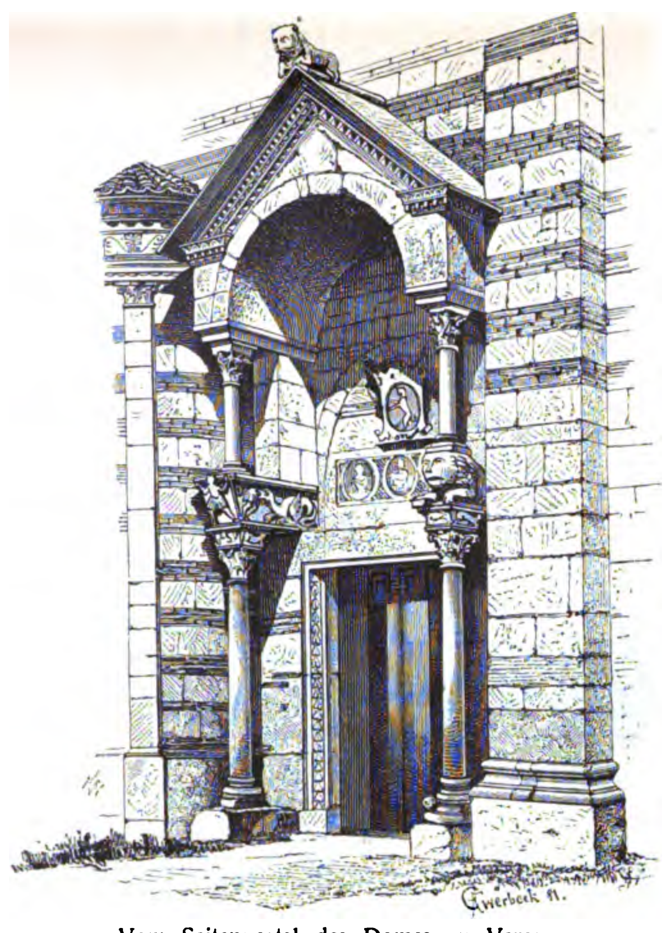
Querfchnitt.

Anficht.

Vordach von den *Grands Magafins du Printemps* zu Paris[354]).

Arch.: *Sédille.*

Fig. 335.

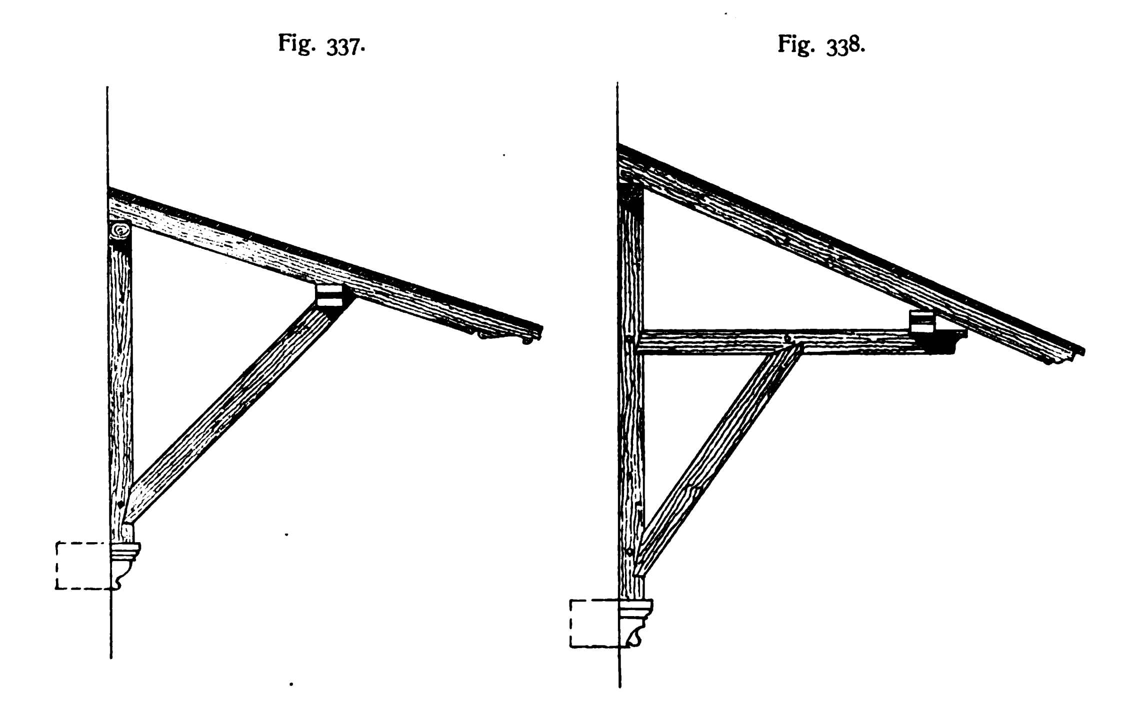


Vom Seitenportal des Domes zu Verona.

Fig. 336.

Von der Kirche *Santa Maria maggiore* zu Bergamo.

Vordächer[855]).


Fig. 337. Fig. 338.

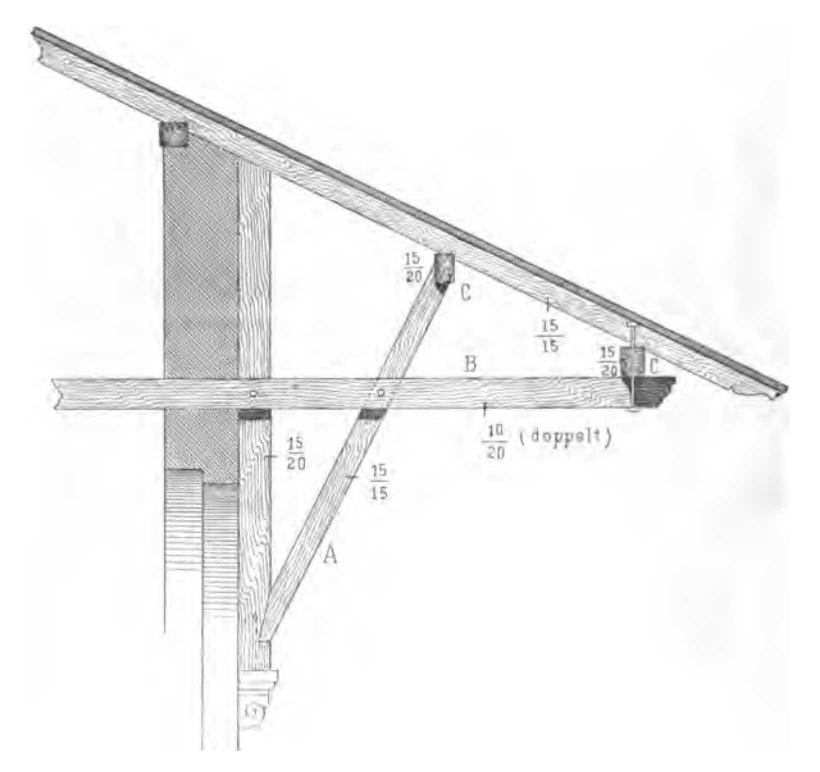


Fig. 339.

Einfache hölzerne Vordächer.

1/50 w. Gr.

Bei weitem mannigfaltiger geſtaltet ſich die Konſtruktion der Vordächer bei Verwendung von Holz, deren Ausführung in der Regel eine Vereinigung von Kopfbändern oder Streben mit Wandſtielen und Balken oder Zangen zu Grunde liegt, auf welcher das aus Pfetten und Sparren mit Schalung beſtehende Dach ruht (Fig. 337 u. 338 [356]). 196. Hölzerne Vordächer.

Ausbildungen ähnlicher Art kommen vielfach ſchon an den Wohn- und Geſchäftshäuſern des Mittelalters vor, ſind indeſſen zur Zeit wegen der Vergänglichkeit des Materials und auch, weil ſie in den ohnedies ſchon engen Straßen des Mittelalters an vielen Orten ein großes Hindernis für den Verkehr bildeten und deshalb ſpäter beſeitigt wurden, nur noch äußerſt ſelten anzutreffen.

Auch an den öffentlichen Gebäuden des Mittelalters, wie an Hoſpitälern, Klöſtern und Zufluchtshäuſern, wurden über den Eingängen zum Schutze des Einlaß begehrenden Publikums häufig

Fig. 340.

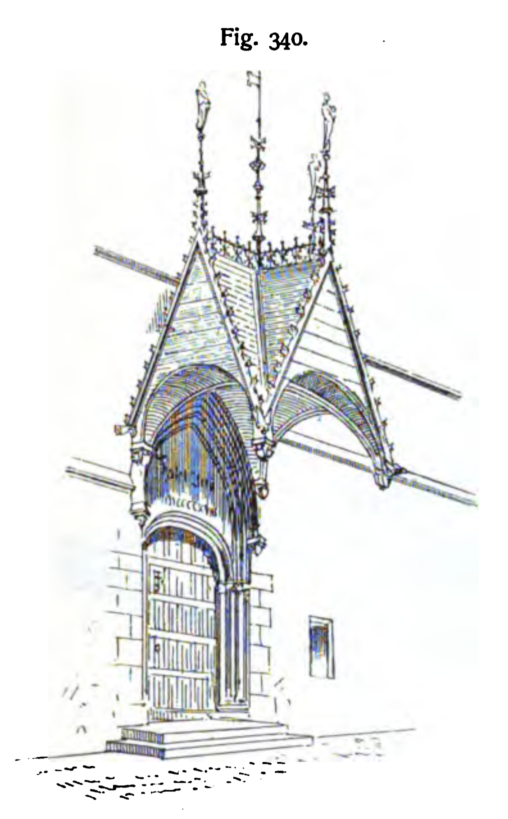
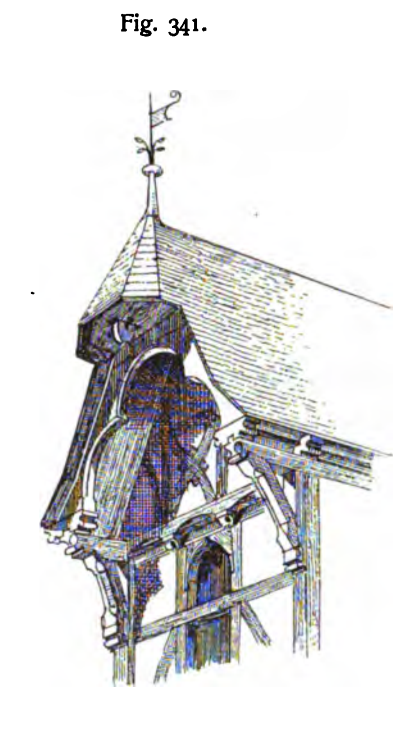


Fig. 341.



Vom Hoſpital zu Beaune [357]).

Vordächer angelegt, nicht ſelten in reicher architektoniſcher Durchbildung. Ein zierliches und zugleich außerordentlich reich mit Metallarbeit geſchmücktes, nach Art der gotiſchen Baldachine ausgeführtes Vordach befindet ſich noch vor dem Haupteingange des Hoſpitals zu Beaune in Frankreich (Fig. 340 [357]).

Recht intereſſante Ausbildungen von Vordächern finden ſich in faſt allen Teilen des Alpengebietes [358]). Als Beiſpiel dieſer Art iſt in Fig. 325 ein Vordach über einem Kirchenportal in Bormio (Oberitalien) mitgeteilt.

Bei neueren Bauausführungen hat, allerdings mit verſchiedenen Abweichungen, beſonders das in Fig. 337 bis 339 mitgeteilte Syſtem Verwendung gefunden,

[356]) Über die Berechnung ſolcher Dächer ſiehe: Teil I, Bd. 1, zweite Hälfte (Abſchn. 3, Kap. 3, b [2. u. 3. Aufl. Abſchn. 4, Kap. 4]: Konſoledächer) dieſes „Handbuches“.

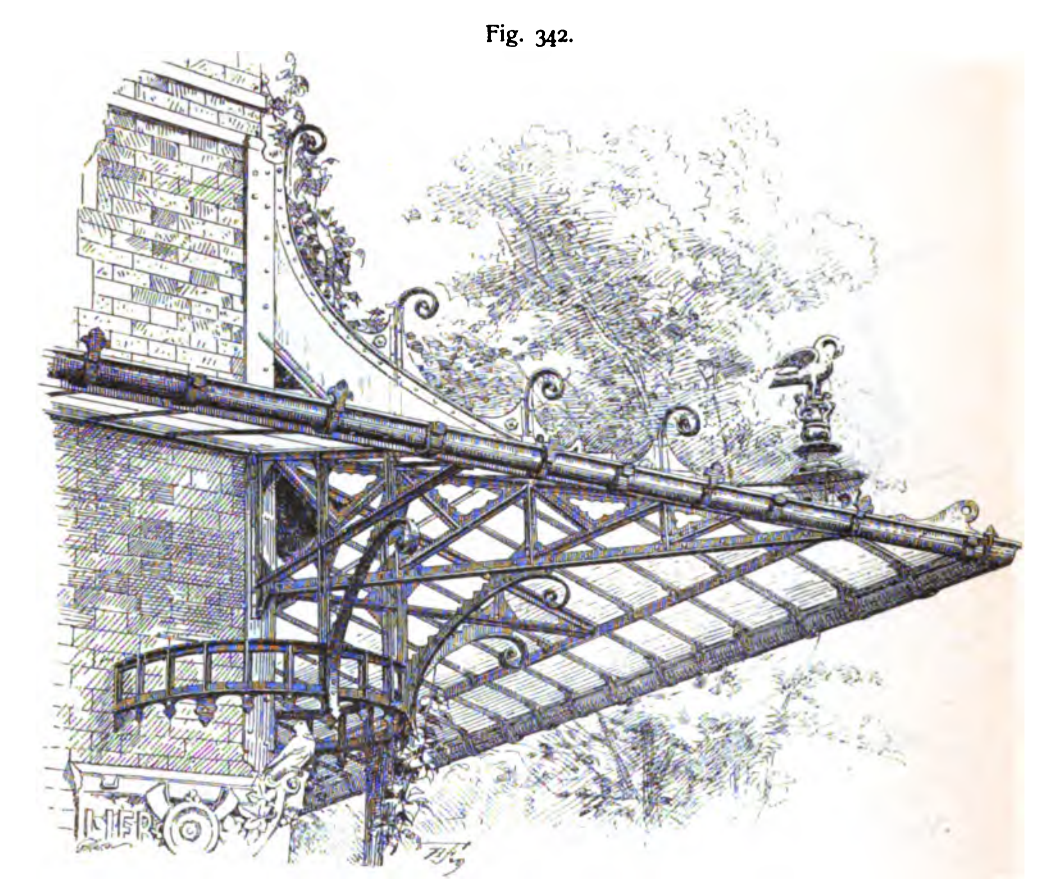
[357]) Mitgeteilt in: VERDIER & CATTOIS. *Architecture civile et domeſtique etc.* Paris 1852–58.

[358]) Siehe das Werk von *Gladbach* (Der Schweizer Holzſtil etc. Darmſtadt 1864–68), ſowie jenes von *Graffenried & Stürler* (*Architecture Suiſſe etc.* Bern 1844).

namentlich bei den mit feitlich weit ausladenden Dächern verfehenen Güterfchuppen auf Bahnhöfen. Als Träger des Daches (Fig. 339) treten hier die Pfetten *C* auf, welche wiederum durch Doppelzangen *B* und zwifchen diefen hindurch gefchobene Streben *A* unterftützt werden. Die Binderentfernung beträgt 4,50 bis 5,00 m.

In befonderen Fällen wird ftatt des in obigem befprochenen Syftems eine andere Durchbildung des Vordaches vorzuziehen fein, welche fich giebelartig geftaltet, unter Umftänden oben mit Abwalmung verfehen ift (Fig. 341). Motive diefer Art find noch in ziemlicher Anzahl an den Fachwerkbauten der Mofel- und Rheingegenden, fowie an den Windluken der Nürnberger Häufer anzutreffen.

Fig. 342.



Vordach an einem Eckhaufe zu Paris[359]).
Arch.: *Lheureux.*

Außer derartigen nach dem Syftem der Konfoledächer[317]) konftruierten Vordächern find wohl auch folche zu finden, welche vorn auf hölzerne Pfoften geftützt find; immerhin ift eine folche Anordnung felten.

197. Eiferne Vordächer.

Hinfichtlich der Konftruktion der Vordächer aus Holz und Eifen kann auf Teil III, Bd. 2, Heft 4 (Abt. III, Abfchn. 2, E: Dachftuhlkonftruktionen) verwiefen werden; hier mögen bezüglich der eifernen Vordächer nur noch die folgenden Bemerkungen Platz finden.

359) Fakf.-Repr. nach: *La femaine des conft.,* Jahrg. 15, S. 198.

Dieselben sind nicht selten so angeordnet, daß sie keine besondere Unterstützung erhalten haben, sondern nur an der betreffenden Gebäudefront, bezw. an der dahinter befindlichen Gebälk- etc. Konstruktion verankert sind; mit anderen Worten: sie sind als Konsoledächer ausgeführt. Bisweilen treten noch Konsolen unterstützend dazu (Fig. 342[359]).

Allein die Vordächer werden auch wie ein auf zwei Parallelwänden ruhendes kleines Dach konstruiert, zu welchem Ende sie in geeigneter Weise unterstützt werden müssen; dies kann geschehen:

1) Durch Konsolen (Fig. 304, 306, 307, 327, 333 u. 334), bezüglich deren Anordnung und Befestigung das Gleiche gilt, wie das bei der Konstruktion von Balkonen und Galerien Gesagte (siehe Teil III, Bd. 2, Heft 2 dieses „Handbuches", Abt. III, Abschn. 1, C, Kap. 18, unter a).

2) Das Vordach wird mit dem rückwärtigen Teile auf der Frontmauer gelagert, vor welcher es vorspringt, und ruht mit dem vorderen Teile auf eisernen Säulen (Fig. 305).

Derart unterstützte Vordächer nähern sich in der Gesamtanordnung den Vorhallen; der Unterschied zwischen beiden besteht hauptsächlich darin, daß bei ersteren das Dach die Hauptrolle spielt, während bei Vorhallen die durch Säulen, Pfeiler, feste Wände u. s. w. gebildete Halle vorwiegend betont ist.

3) Das Vordach ruht gleichfalls mit seinem rückwärtigen Teile in der betreffenden Frontmauer, und im vorderen Teile ist es an diese Mauer aufgehangen (Fig. 330 bis 332).

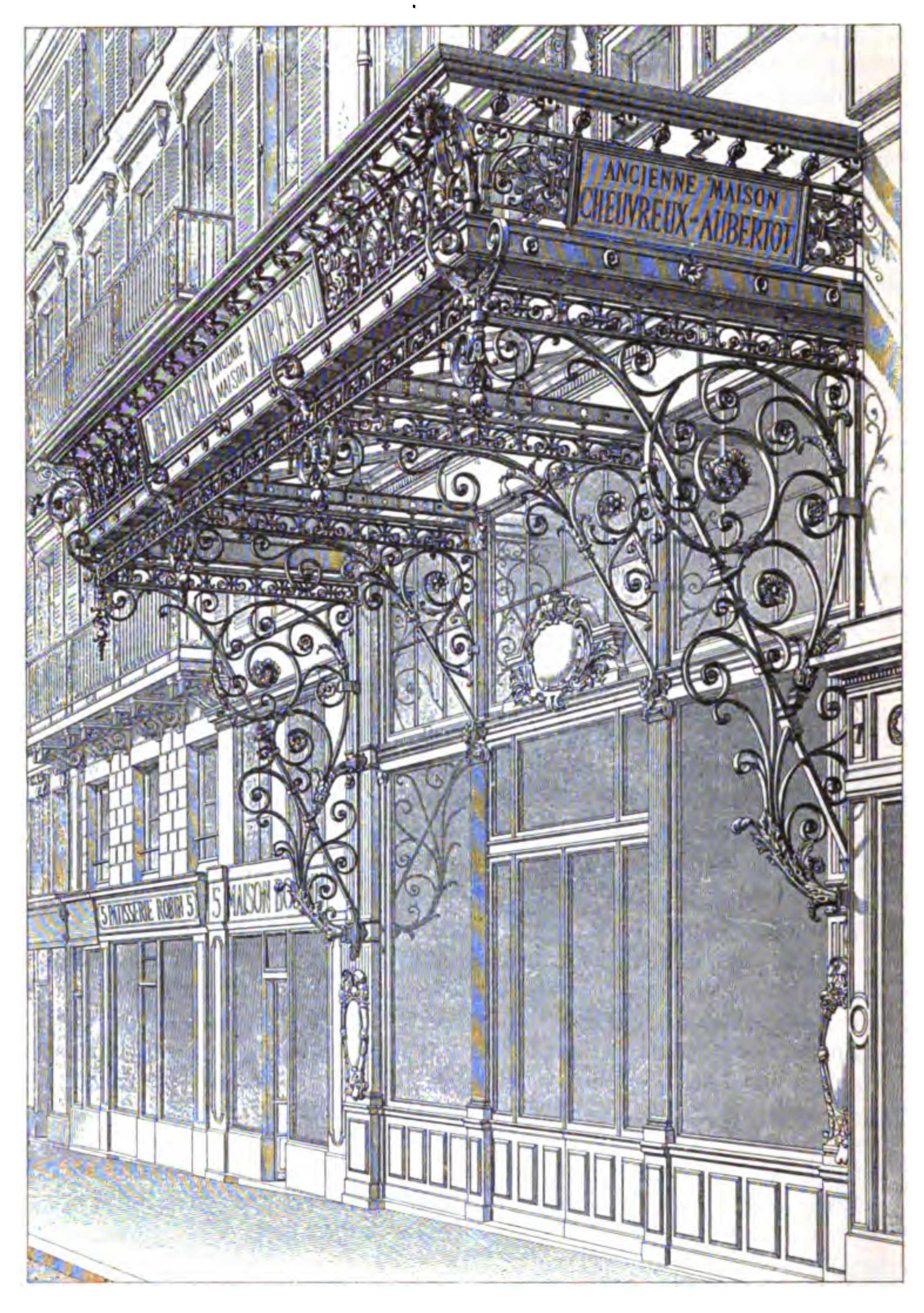
Für die über Unterfahrten errichteten Vordächer werden meist Metall- oder Glasdeckungen angewendet; letztere kommen fast nur für Eisenkonstruktionen in Frage und sind dann vorzuziehen, wenn dem hinter der Unterfahrt gelegenen Raume (Flurhalle etc.) möglichst wenig Licht entzogen werden soll. Ist Gefahr vorhanden, daß auf die Glaseindeckung von oben Gegenstände herabfallen und dieselbe zerstören können, so ist über derselben ein Drahtnetz oder ein stärkeres Schutzgitter anzubringen; auch kann Drahtglas Anwendung finden. 198. Eindeckung und Entwässerung.

Für Vordächer an Bauwerken, welche vorübergehenden Zwecken dienen, wird man auch Dachpappe etc. zur Eindeckung wählen können.

Wie schon oben bemerkt wurde, haben die Dachflächen in den meisten Fällen Gefälle nach außen, so daß das auffallende Regenwasser sich nach den freien Unterkanten des Vordaches bewegt. Von diesen tropft es herab, wenn keine weitere Vorkehrung getroffen ist, und innerhalb eines Privatgrundstückes ist dies auch zulässig, obwohl das herabtropfende Wasser für die unter das Vordach oder vor dasselbe tretenden Personen unangenehm ist. Will man dies vermeiden oder darf, wie z. B. auf städtischen Straßen, das Wasser nicht auf den Bürgersteig herabtropfen, so muß man an den Vordachunterkanten kleine Traufrinnen anbringen, in welchen sich das Regenwasser sammelt und von denen aus dasselbe in geeigneter Weise abgeleitet werden muß. Letzteres geschieht auf gleichem Wege, wie bei den Balkonen (siehe darüber das eben angezogene Heft dieses „Handbuches").

In seltenen Fällen, wie z. B. bei dem in Fig. 332 dargestellten Vordach, ist die Neigung der Dachflächen nach rückwärts gerichtet. Alsdann muß an der betreffenden Mauer eine Rinne angebracht werden, welche das Regenwasser aufzunehmen und entsprechend abzuführen hat; bei Anordnung derselben ist darauf zu sehen, daß in jene Frontmauer keinerlei Feuchtigkeit eindringen kann.

Fig. 343.



Vordach an einem Geſchäftshauſe zu Paris[360]).

Arch.: *Sédille.*

[360]) Fakſ.-Repr. nach: *Revue gén. de l'arch.* 1883, Pl. 27.

199. Formale Ausbildung.

Wie ſchon aus den Bemerkungen in Art. 196 und aus den in Fig. 306, 334, 340 u. 341 vorgeführten Beiſpielen hervorgeht, ſind Vordächer häufig der Gegenſtand einer reicheren formalen Ausbildung; namentlich ſind es in neuerer Zeit die Vordächer vor eleganten Geſchäftsräumen, vor Gaſthöfen erſten Ranges, vor Bankhäuſern etc., welche mit vielfachem Schmucke bedacht werden.

Bei den eiſernen Vordächern ſind es zunächſt die Konſolen und Säulen, welche reich dekorativ geſtaltet werden können, was namentlich auch in Schmiedeeiſenkonſtruktionen geſchieht; den bezüglichen ſchon aufgenommenen Beiſpielen dieſer Art ſei an dieſer Stelle noch das in Fig. 343[860]) dargeſtellte Dach beigefügt. Alsdann ſind es hauptſächlich die Traufkanten, welche Gelegenheit zu reicherem Schmucke geben; lambrequinartig oder anderweitig geſtaltete Traufgeſimſe aus Zinkblech, bisweilen zum Teile vergoldet, ermöglichen in einfacher Weiſe eine ſachgemäße und wirkungsvolle Dekoration. Endlich können Glieder hinzugefügt werden, die im weſentlichen nur ſchmückender Natur ſind, bei deren Formgebung aber ſtets zu beachten iſt, daß man es mit einem auskragenden, bezw. großenteils ſchwebenden Bauteile zu tun hat.

---

3. Kapitel.

Beſondere Konſtruktionen für Kühlanlagen.

200. Zweck und Überſicht.

Die Kühlanlagen bezwecken, einen geſchloſſenen Raum auf eine beſtimmte niedrige Temperatur zu bringen und auf derſelben zu erhalten, teils um die in dieſen Raum gebrachten Gegenſtände abzukühlen, teils um dieſelben vor dem Verderben zu ſchützen.

Um die in einem Raume eingeſchloſſene Luft von einer hohen Temperatur auf eine niedrigere zu bringen, iſt es bekanntlich nur nötig, einen abgekühlten Gegenſtand in dieſen Raum zu ſchaffen. Alsdann wird ſofort ein Temperaturausgleich zwiſchen der warmen Luft des Kühlraumes und dem kalten Gegenſtande vor ſich gehen, bis beide die gleiche Temperatur beſitzen. Wird nun dieſer eingebrachte kalte Gegenſtand auf einer beſtimmten Temperatur erhalten, ſo muß die Luft im Kühlraume ſich nahezu auf dieſe Temperatur abkühlen, wenn dafür geſorgt wird, daß ein Temperaturausgleich zwiſchen der Kühlraumluft und der äußeren Luft nur in einem beſtimmten Verhältniſſe ſtattfinden kann.

Zur Abkühlung kann Eis, es können aber auch andere abgekühlte Gegenſtände zur Anwendung kommen. Im folgenden werden zunächſt (unter a) diejenigen baulichen Anlagen (Eisgruben, Eiskeller, Eishäuſer etc.) beſprochen werden, die zur Unterbringung und Erhaltung von Eis dienen; daran wird ſich (unter b) die Betrachtung anderer Kühlanlagen ſchließen.

a) Eisbehälter.

Von E. SPILLNER.

201. Konſtruktionsbedingungen.

Der Verbrauch des Eiſes ſteigert ſich von Jahr zu Jahr. Nicht allein Bierbrauereien, Konditoreien, Reſtaurants, Gaſthöfe, Schlächtereien, ſowie Krankenanſtalten etc. bedürfen davon erheblicher Maſſen; ſondern ſeit Einführung der Eisſchränke iſt es auch in den beſſer geſtellten Familien zum unentbehrlichen Bedürfnis geworden. Längſt ſchon reicht die Eisernte auf den heimiſchen Flüſſen und Seen nicht mehr aus; von Norwegen, Schweden und Nordamerika werden

ganze Schiffsladungen verſandt, und eine große Anzahl von Eisfabriken kann dennoch mit Gewinn arbeiten. Mit dem Verbrauche ſteigert ſich der Wert, und umſomehr iſt darauf Bedacht zu nehmen, die zur Konſervierung des Eiſes dienenden baulichen Anlagen tunlichſt zu vervollkommnen.

Die Bedingungen, welche ein derartiges Bauwerk möglichſt erfüllen muß, ſind:

1) Abhaltung der Wärme,
2) „ des Grund- und Hochwaſſers,
3) „ des Schmelzwaſſers,
4) „ des ſich bildenden Niederſchlages und
5) Möglichkeit der Lüftung.

202. Abhaltung der Wärme.

In Bezug auf die Abhaltung der Wärme iſt zunächſt die Wahl des Baumaterials von Wichtigkeit. Sand- und Kalkſtein leiten die Wärme mehr als Backſtein, dieſer wieder beſſer als Holz. Das Leitungsvermögen wird ungefähr durch folgende Zahlen ausgedrückt: Sand- und Kalkſtein 95 bis 60, Backſtein 60, Holz 30, Sand 20. Zementbeton würde zwiſchen Backſtein und Holz einzureihen ſein.

Die atmoſphäriſche Luft iſt nahezu nicht leitend; doch muß ſie ſo eingeſchloſſen ſein, daß keine Bewegung ſtattfinden kann. Ein vorzügliches Iſoliermittel ſind daher die Luftſchichten, ebenſo diejenigen Körper, welche eingeſchloſſene Luft enthalten, wie Stroh und Rohr. Ferner ſind als ſolche zu erachten: Häckſel, Torf, Sägeſpäne, Kohle, Schlacken und Aſche. Auch dem viel genannten Antimerulion wohnt dieſe Eigenſchaft bei. Beſonders gelobt werden Korkſteine, in Steinkohlenpech mit Teerzuſatz vermauert. Nach Verſuchen von *Grünzweig* betrug das Schmelzwaſſer:

1) bei vollem Mauerwerk 2,10 bis 4,40 Vomhundert des Eiſes;
2) bei Anwendung einer 12 cm ſtarken Luftſchicht 2,00 bis 4,10 Vomhundert;
3) bei Luftſchicht und innerer Mauerung von Hohlſteinen 2,00 bis 2,70 Vomhundert;
4) bei Einlegen einer 12 cm ſtarken Korkſteinſchicht 0,70 bis 0,90 Vomhundert[861]).

Ein Eisbehälter muß, gleichviel ob er unter oder über dem Erdboden errichtet wird, ſchlecht leitende Umgrenzungen erhalten. Da die Wärme des Erdbodens in einiger Tiefe ſelten über 10 bis 12 Grad C. ſteigt, diejenige an der Erdoberfläche ſelbſt in gemäßigtem Klima und an beſchatteter Stelle hingegen bis 40 Grad C. betragen kann, ſo verdienen in dieſer Beziehung unzweifelhaft — entgegen der mehrfach aufgeſtellten anderen Meinung — die ganz oder teilweiſe unterirdiſchen Eisbehälter den Vorzug, und wenn man durch hohen Grundwaſſerſpiegel gezwungen iſt, oberirdiſche Behälter auszuführen, ſo iſt es durchaus empfehlenswert, ſie mit einem Erdhügel zu bedecken. Allerdings darf man auch bei unterirdiſchen Anlagen den Wärmeſchutz nicht außer acht laſſen, wie dies vielfach geſchieht. Am meiſten wird darin gefehlt, daß man die Bodenfläche häufig ganz ohne Iſolierung läßt. Die gegen die Bodenfläche aufſteigende Erdwärme iſt aber entſchieden gefährlicher als die auf die Seitenwände wirkende, da ſie das Beſtreben hat, durch die zwiſchen den Eisſtücken befindlichen Höhlungen nach oben zu dringen. Zum mindeſten iſt der Erdboden mit einer ſtarken Reiſigſchicht zu bedecken; beſſer iſt ein Lattenroſt in etwa 30 cm Entfernung vom Boden, der

---

[861]) Siehe: Centralbl. d. Bauverw. 1886, S. 39 — ebenſo: Deutſche Bauz. 1885, S. 330 — ferner: Geſundh.-Ing. 1885, S. 537 — endlich bezüglich der Bewährung von Korkſteinen: Baugwks.-Ztg. 1887, S. 558. — Über Beſchaffenheit und Format der Korkſteine ſiehe Teil III, Band 2, Heft 1 dieſes „Handbuches“.

wiederum mit Reifig und Stroh bedeckt wird; noch ficherer ift es, außerdem den Erdboden mit einer Rollfchicht abzupflaftern. Will man die in kurzen Zwifchenräumen nötige Erneuerung des Roftes und feiner Tragbalken vermeiden — wodurch übrigens die Trockenhaltung der unteren Eisfchichten erfchwert wird — fo ift ein maffiver Fußboden mit Ifolierfchicht oder ein folcher auf Wölbung mit darunter liegenden Hohlräumen (fiehe Fig. 359) anzulegen.

Die Seitenwände fchützt man bei Maffivbau durch Einlegen einer Luftfchicht oder beffer Korkfteinfchicht, über dem Gelände außerdem durch Umfchütten mit Erde oder auch dadurch, daß man den ganzen Eisbehälter mit Räumen zur Aufbewahrung von Fleifch, Getränken etc. umgibt, welche ebenfalls wieder ifolierte Umfaffungen haben müffen. Holzfachwerk erhält in der Erde eine doppelte Bohlenbekleidung, deren Zwifchenraum mit einem fchlechten Leiter ausgefüllt ift; über der Erde ift eine doppelte Fachwerkwand in einem Abftande von mindeftens 30 cm aufzuführen und ebenfalls auszufüllen (fiehe Fig. 359, 361 u. 368, 355 u. 363).

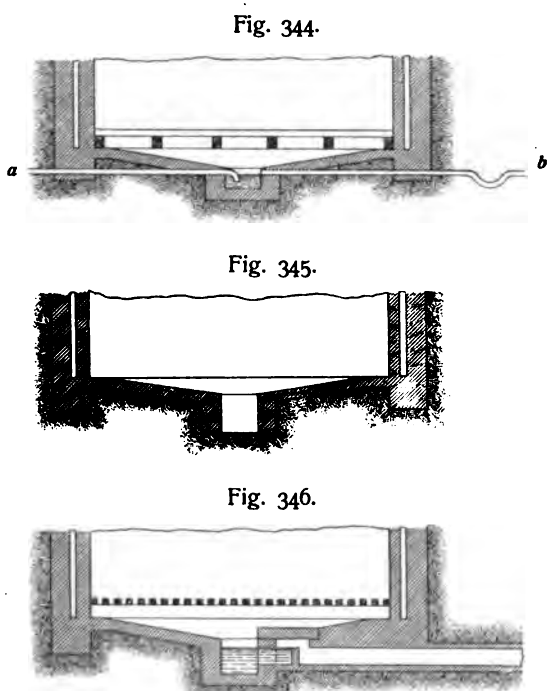


Fig. 344.

Fig. 345.

Fig. 346.

Ebenfo muß die Decke 30 cm hoch mit Schilf oder Rohr überpackt und außerdem das Dach mit einem Nichtleiter, am beften Rohr, eingedeckt fein. Falls dies die feuerpolizeilichen Beftimmungen nicht zulaffen, ift Holzzementdach mit ftarker Kiesdecke allen anderen Dachdeckungen vorzuziehen.

Eine fchattige Lage des Eisbehälters ift möglichft anzuftreben. Der Eingang ift nach Norden zu legen; doppelte oder dreifache Türen halten die Wärme zurück. Letztere werden auf der Innenfeite mit Rohr bekleidet.

Wefentlich ift auch, daß man den Eisraum nicht zu klein bemißt, da, je geringer die Eismenge, defto größer die Schmelzbarkeit ift. 12 cbm Inhalt möchte das Mindeftmaß fein.

203. Abhaltung des Grund- und Hochwaffers.

Ein Hauptfeind des Eifes ift das Waffer. Die Sohle des Eisbehälters foll daher unbedingt über dem Hoch- und Grundwafferfpiegel liegen. Allerdings kann man auch unterhalb der Hochwafferlinie die Keller völlig wafferdicht herftellen; indeffen ift hierbei zu bedenken, daß dann die Abführung des Schmelzwaffers auf längere Zeit gehindert fein würde. Zur Abhaltung des Tagwaffers dienen gepflafterte Rinnen. Mit Erde überfchüttete Gewölbe find vorher mit Afphalt abzudecken, maffive Seitenwände in verlängertem Zementmörtel auszuführen.

204. Abführung des Schmelzwaffers.

Auch bei der forgfältigften Ifolierung läßt fich das Entftehen des in hohem Grade fchädlichen Schmelzwaffers nicht vermeiden. Um dasfelbe bequem abführen zu können, wird unter dem oben erwähnten Lattenrofte ein kleines Sammelbecken gemauert (Fig. 344), aus welchem je nach der Eismenge vermittels eines Bleirohres, Tonrohres oder eines kleinen gemauerten Kanals das Schmelzwaffer

entfernt wird. Damit durch die Ableitung nicht atmofphärifche Luft eintreten kann, ift ein Wafferverfchluß einzulegen, welcher entweder, wie beim Rohre *b* oder einfacher wie bei *a* gebildet wird. Bei einem gemauerten Kanälchen (Fig. 346) bildet eine $^1/_2$ Stein ftarke Zunge den Luftabfchluß.

In flachem Gelände hilft man fich auch wohl durch Anlegen eines Pumpenbeckens außerhalb des Eiskellers (fiehe Fig. 356); bei ftädtifchen Eiskellern, wo die Länge der Ableitung in der Regel fehr befchränkt ift, bleibt kaum etwas anderes übrig, falls das Eis nicht fo rein ift, daß man das Schmelzwaffer in einen Brunnen abführen kann. In fehr durchläffigem Boden genügt ein Loch in der Mitte des abgewäfferten Pflafters (Fig. 345).

205. Abführung des Niederfchlagwaffers.

Bei forgfältigen Anlagen wird man auch auf die Befeitigung des Niederfchlagwaffers Rückficht nehmen. An wagrechter Decke ift diefe allerdings nicht möglich, fehr wohl aber bei Kellern, die auf I-Trägern mit Backfteinen überwölbt oder mit bombiertem Wellblech überdeckt find. Die Schweißrinne wird alsdann an Zinkftreifen gehängt (Fig. 347), welche über die I-Träger gelegt find. Bei Überfpannung des ganzen Raumes mit Kloftergewölbe, preußifcher oder böhmifcher Kappe, kann man eine fchmale Zinkrinne in den Kämpfer einfchieben, deren Ableitungsrohr in eine Packung von grobem Kies mündet (Fig. 348).

Fig. 347.

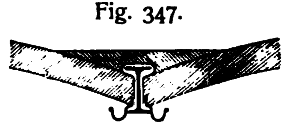
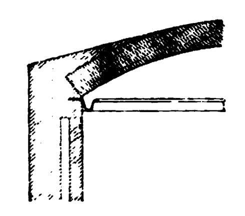


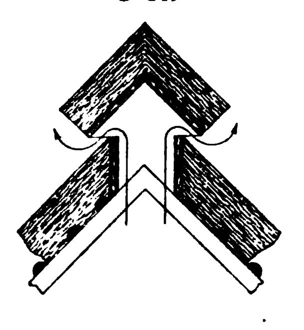
Fig. 348.



206. Lüftung.

Man hat auch die auffteigende feuchte Luft durch eine Art Lüftung ftändig zu entfernen gefucht. So ift mehrfach die nebenftehende Firftventilation (Fig. 349) ausgeführt worden. Indeffen möchte zu erwägen fein, daß an heißen Tagen für die entweichende Luft neue, natürlich wärmere, eintreten wird, was kaum ein Vorteil fein dürfte. Wohl aber ift es wünfchenswert, nach Entleeren des Kellers, bezw. vor dem Neubefchicken in Frofttagen eine möglichft ftarke Auskühlung und Abtrocknung desfelben eintreten zu laffen, was nur bei denjenigen Anlagen tunlich ift, in denen fich durch Öffnen gegenüberliegender Türen ein ftarker Gegenzug hervorbringen läßt. Dies ift bei denjenigen Eishäufern und -Kellern möglich, welche außer einem Eingange auch eine Öffnung zum Einfchütten des Eifes aufweifen.

Fig. 349.



Wo dies nicht zutrifft, wird man gut tun, den Luftwechfel durch eine Feuerung zu unterftützen, wie dies in Fig. 360 dargeftellt ift.

207. Eismieten.

Die billigfte Aufbewahrung des Eifes bilden die Eismieten. Auf einer etwa 30 cm ftarken Sand- oder Kiesbettung wird Reifig und Stroh ausgebreitet, darüber das Eis möglichft dicht gepackt und fchließlich die Eispyramide in einer Stärke von 30 bis 50 cm mit Stroh oder Rohr in Form einer Miete regelrecht abgedeckt. Das Eis wird des Nachts entnommen, wobei die Miete geöffnet werden muß. Beim Schwinden des Eisvorrates finkt die Strohabdeckung nach.

Will man einen ftändigen Zugang fchaffen, fo ift ein leichtes Zeltdach nebft vorgebautem Eingang zu errichten und mit Stroh einzudecken.

208. Eisgruben.

Wird das Eis in einer Vertiefung des Erdbodens geborgen, fo nennt man diefe eine Eisgrube. In Fig. 351 ift diefelbe trichterförmig geftaltet und der Kies

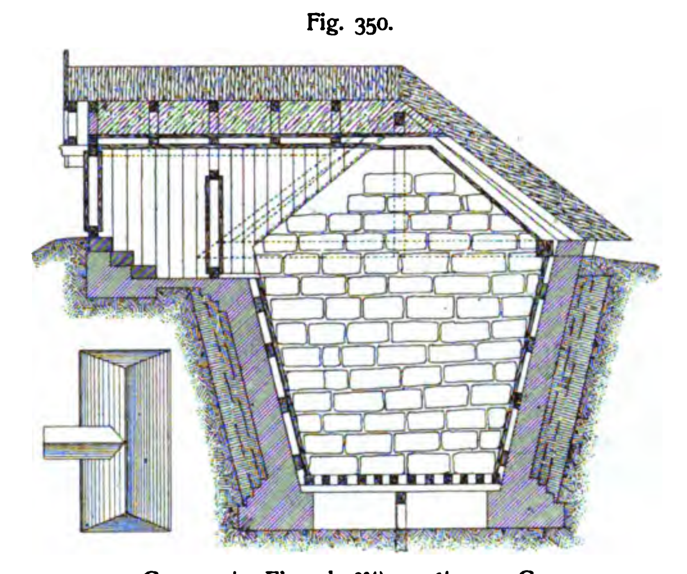
durch Pflafter befeftigt. In der Mitte ift ein Drainrohr zur Abführung des Schmelzwaffers eingefetzt; die Tür fchlägt nach außen.

Will man die kühlhaltende Wirkung des Erdbodens mehr ausnutzen und die Grube tiefer machen, fo müffen die Seitenwände gegen Abrutfchen durch Holz oder Mauerwerk gefchützt werden. Holz in der Erde hält fich felten länger als 5 bis 6 Jahre; dennoch kann die Rentabilitätsrechnung bei billigen Holzpreifen, wie z. B. auf Gütern mit eigener Waldung, ergeben, daß eine Holzauskleidung billiger wird als Mauerung. Auch bietet ein Anftrich mit dem fog. Karbolineum von *Gebr. Avenarius* in Gau-Algesheim[362]) ein geeignetes Mittel, die Dauer des Holzes wefentlich zu verlängern.

Fig. 353 ftellt eine hölzerne, in Nachrodt ausgeführte Eisgrube[363]) in Grundriß und Durchfchnitt dar.

Der ganze Bau ift in Tannenholz ausgeführt, mit Ausnahme des die Seitenwände abfchließenden Rahmens, welcher von Eifen hergeftellt ift. Das Dach ift mit Stroh eingedeckt; die

Fig. 350.



Gemauerte Eisgrube[364]). — $^{1}/_{100}$ w. Gr.

hohlen Zwifchenräume der Wände find mit tannenem Sägemehl ausgeftampft. Auf zwei Drittel feiner Höhe fteht der Bau im gewachfenen Boden; das obere Drittel ift mit Erde umfchüttet.

Eine maffive Eisgrube von pyramidaler Form zeigt Fig. 350[364]).

Die $1^{1}/_{2}$ Stein ftarke, maffive Mauer ragt nur fo weit aus dem Terrain hervor, daß das Tagwaffer zwifchen Mauerwerk und Dach nicht eindringen kann. Das Dach ift mit Stroh gedeckt; die inneren Wände und die Unterflächen der Sparren find mit Brettern verfchalt; ein kleiner Vorraum bildet den Zugang zum Eisbehälter. Zur Abhaltung der Erdwärme ift die Umfaffungsmauer mit einer 0,50 bis 0,70 m ftarken Torffchicht umgeben. Das Eis lagert auf einem Lattenrofte, welcher von einer Balkenlage getragen wird. Die Latten find 8 cm ftark und etwa 5 cm voneinander entfernt. Das Schmelzwaffer geht unmittelbar in den Sandboden.

Größere Sicherheit gegen den Erddruck wird man erreichen, wenn der wagrechte Schnitt kreisförmig, der lotrechte Schnitt parabolifch geftaltet ift (Fig. 354). Eine derartige Form fchützt auch vortrefflich gegen die auffteigende Erdwärme;

[362]) Großherzogtum Heffen.

[363]) Nach: HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1870, S. 29 u. Bl. 6.

[364]) Nach: WANDERLEY, G. Ländliche Wirtfchaftsgebäude. Leipzig 1878. S. 220.

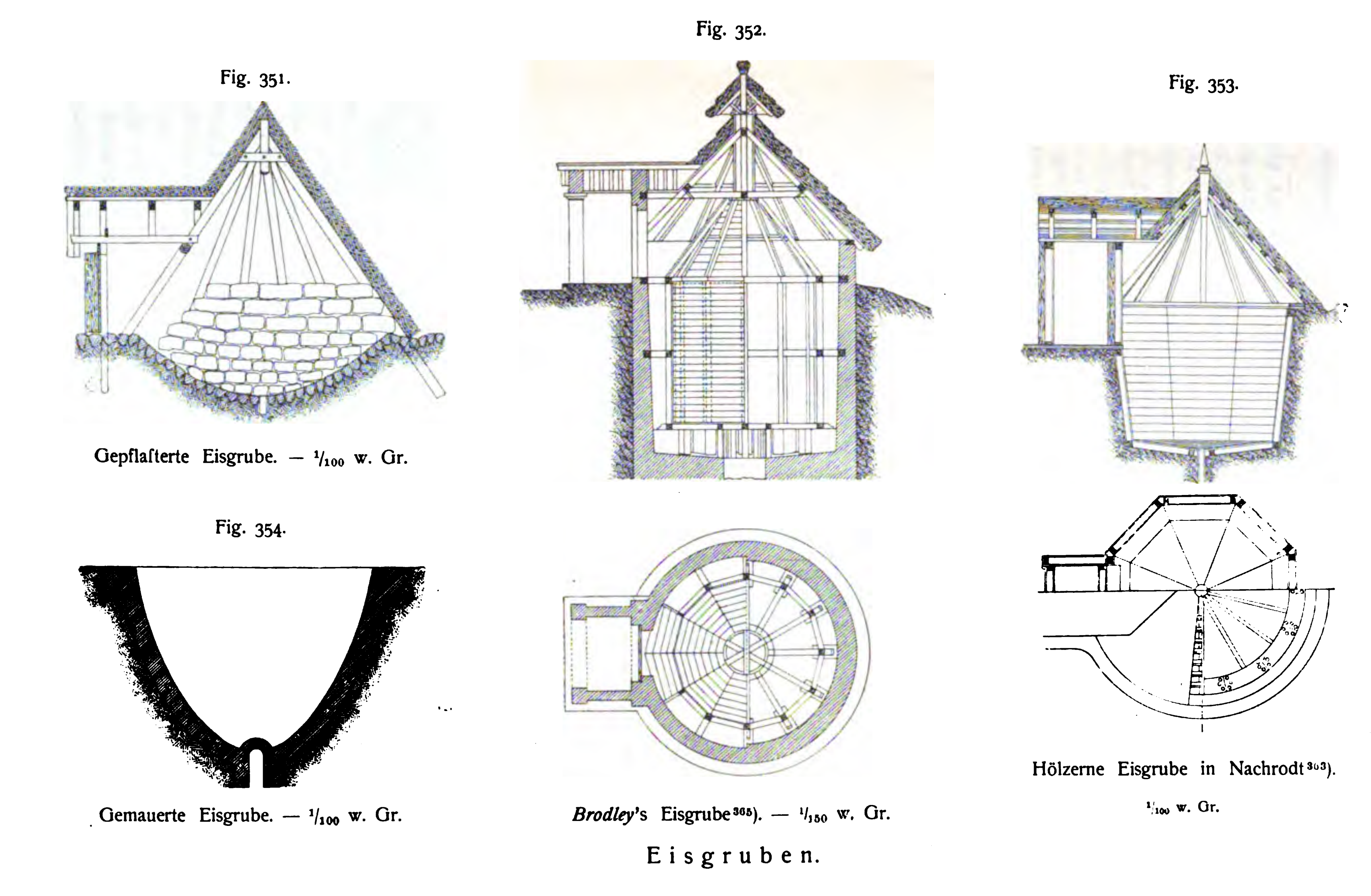


Fig. 351.

Gepflasterte Eisgrube. — $^1/_{100}$ w. Gr.

Fig. 352.

Brodley's Eisgrube[305]). — $^1/_{150}$ w. Gr.

Fig. 353.

Hölzerne Eisgrube in Nachrodt[303]).

$^1/_{100}$ w. Gr.

Fig. 354.

Gemauerte Eisgrube. — $^1/_{100}$ w. Gr.

Eisgruben.

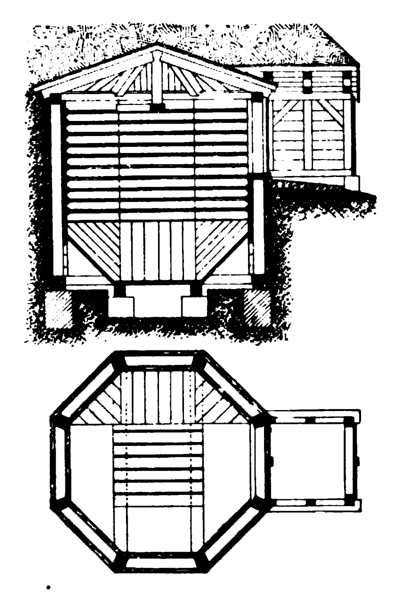
ein Lattenrost ist entbehrlich. Das kleine Gewölbe über dem Abfluß wird aus Backsteinen mit eingemauerten Drainrohren hergestellt und darüber eine starke Reisigschicht gepackt.

Fig. 352 stellt eine Eisgrube nach dem System des Amerikaners *Brodley* [365]) dar, welches durch Verbindung von Massiv- und Holzkonstruktion einen kräftigen Schutz gegen die äußere Wärme erzielt.

In einem massiv gemauerten Zylinder befindet sich ein zwölfeckiges Holzgerüst. Jeder Zwischenraum zwischen dem hölzernen und massiven Zylinder wird mit Rohr, Stroh, Torf oder einem anderen schlechten Wärmeleiter ausgefüllt, ebenso der Raum zwischen der inneren, mit Brettern geschalten Decke und der Dachfläche. Der an der Nordseite gelegene Vorbau, welcher den Zugang bildet, ist mit 3 Türen versehen, welche so angelegt sind, daß, während die eine geöffnet ist, die beiden anderen geschlossen bleiben.

Wird eine Eisgrube an Stelle des Daches mit fester Decke versehen, so verwandelt sie sich in einen Eiskeller. Ein solcher kann entweder teilweise oder gänzlich in der Erde liegen. Auch hier kann die Holzkonstruktion, obwohl sie eine schnell vergängliche ist, unter Umständen sich billiger stellen als Massivbau. Fig. 355 [366]) zeigt einen auf dem Gute Groß-Ziethen ausgeführten hölzernen Eiskeller. 209. Eiskeller.

Fig. 355.



Hölzerner Eiskeller auf dem Gute Groß-Ziethen [366]).
$^1/_{150}$ w. Gr.

Derselbe ist im Lichten 3,72 m weit und 3,40 m hoch; die Schwellen, 25 × 32 cm stark, ruhen auf Fundamentpfeilern; die Bohlen sind 10 cm stark; die Zwischenräume sind mit Torfgrus ausgefüllt. Der Eiskeller liegt in einer Erdschüttung; der Eingang befindet sich mit dem Gelände in einer Ebene. Die Erdschüttung ist etwa 1 cm über den First geführt und mit einem Gartenpavillon gekrönt.

Eine ähnliche in Rundholz ausgeführte Konstruktion findet sich in der unten [367]) genannten Quelle.

Bei Massivbau hat man häufig die Wahl zwischen Kalk-, bezw. Sandbruchsteinen und Backsteinen. Letztere verdienen den Vorzug, da ihr Wärmeleitungsvermögen ein geringeres ist, Bruchsteine auch meistens hygroskopisch sind und die Erdfeuchtigkeit durchlassen. Wenigstens sollte man bei Bruchsteinbau eine innere, $^1/_2$ Stein starke, gehörig eingebundene Backsteinverblendung anwenden.

Will man ökonomisch bauen, so müssen nicht nur die Umfassungswände dem Erddruck einen möglichst großen Widerstand entgegensetzen, sondern es muß auch der Rauminhalt möglichst groß, die Fläche der Umfassungswände und der Decke möglichst klein werden. Diesen Bedingungen entspricht die Form eines Zylinders, dessen Durchmesser gleich der Höhe ist.

Die Wandstärke muß dem steigenden Erddrucke gemäß nach unten zunehmen. Will man gleiche Wandstärke beibehalten, so ist der lichte Querschnitt nach unten (siehe Fig. 354) zu verengen.

Die Überwölbung geschieht entweder mit Kappen auf eisernen Trägern oder mit einem Kuppelgewölbe. Bei letzterem hat man zu beachten, wogegen häufig

[365]) Nach: Allg. Bauz. 1854, S. 381 u. Bl. 652.
[366]) Nach: ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19 u. Taf. 7.
[367]) *Gaz. des arch. et du bât.* 1872, S. 113.

gefehlt wird, daß die Widerlagsmauern gegen den Gewölbeſchub geſichert werden müſſen. Man hat daher im Kämpfer eine Ringverankerung in das Widerlager einzulegen, welche aus kurzen Rundeiſenſtäben mit durchgeſteckten Splinten oder einer gewöhnlichen eiſernen Kette mit Splinten beſteht.

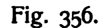
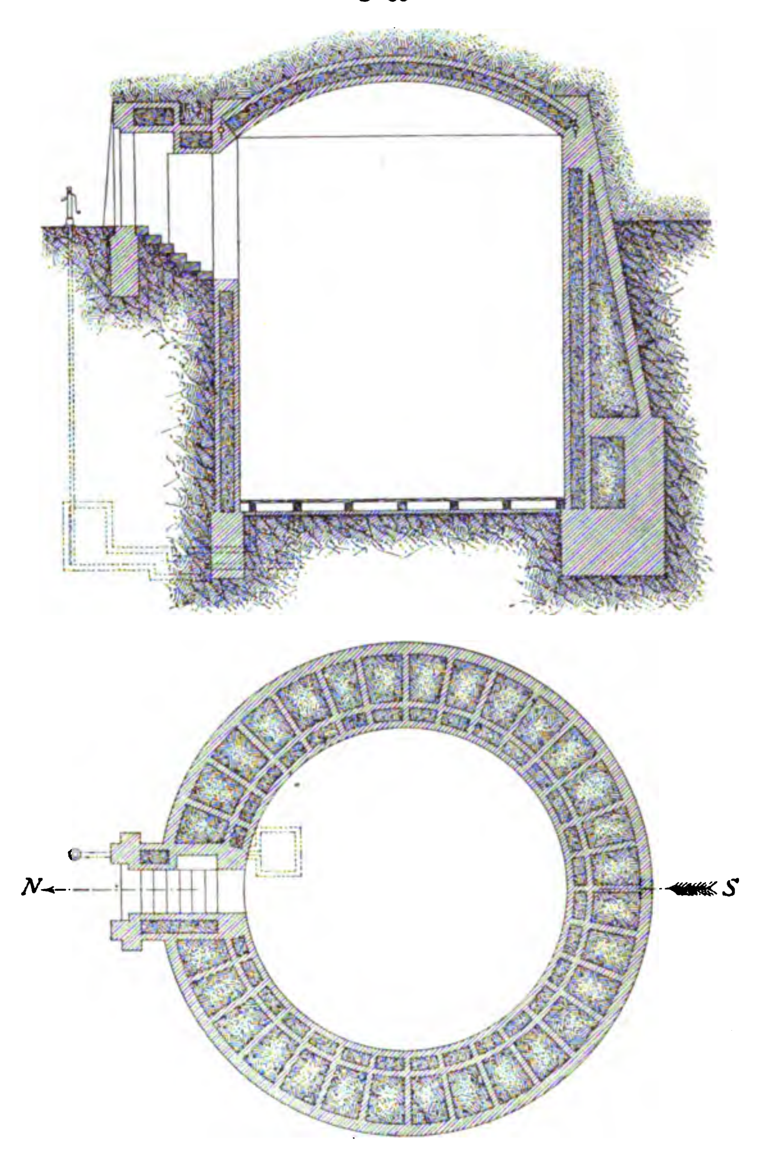


Fig. 356.

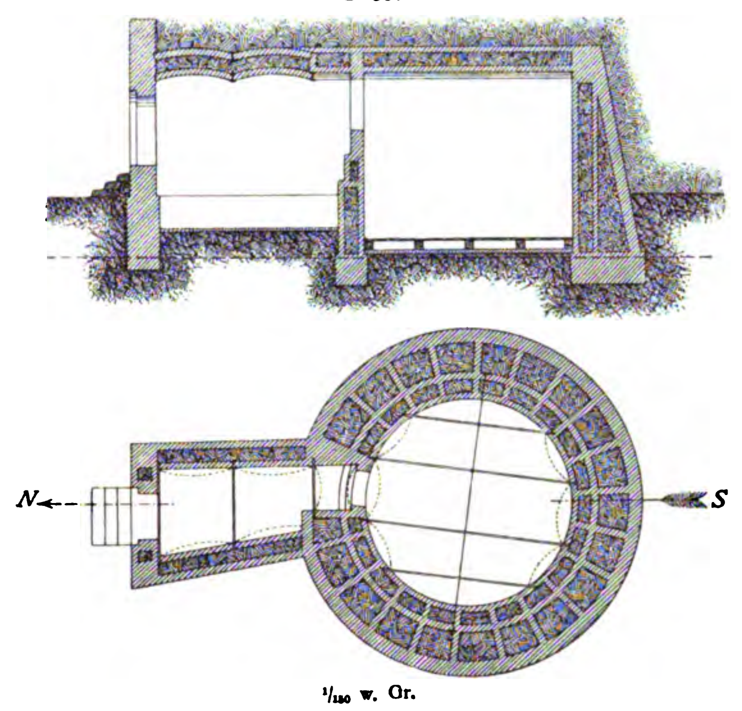


Gemauerter Eiskeller. — $^1/_{150}$ w. Gr.

Fig. 356 u. 357 ſtellen zwei von *Petzholtz* in Potsdam mitgeteilte Eiskeller dar. Der eine iſt mit einem Kuppelgewölbe überdeckt, der zweite mit preußiſchen Kappen auf eiſernen Trägern.

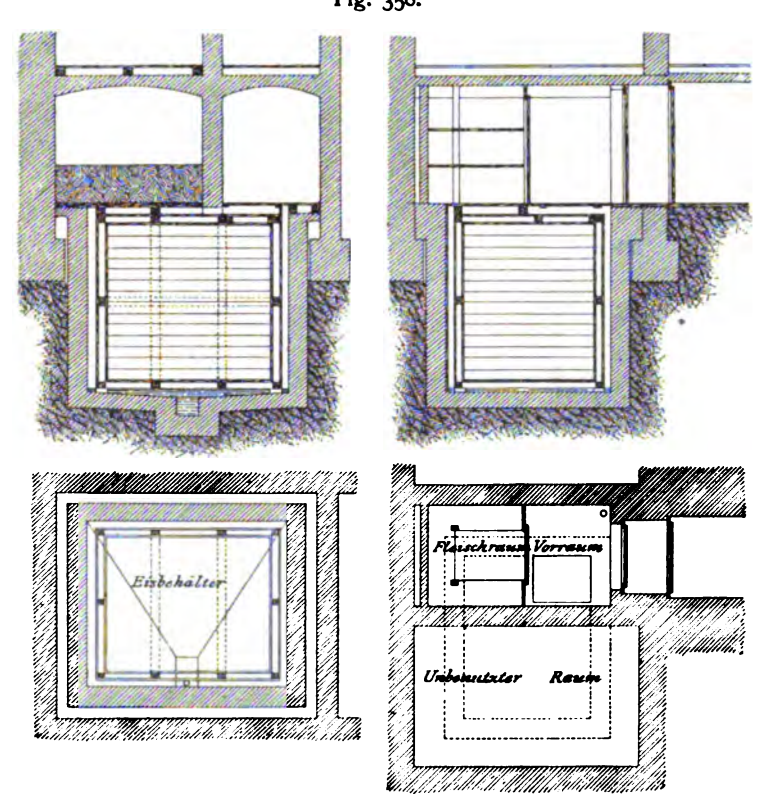
Für die Ausfüllung der Widerlager iſt Torfaſche verwendet. Die Entwäſſerung geſchieht durch eine Handpumpe, deren Rohr in ein kleines Becken mündet, welches mit einem unter dem etwas geneigten Fußboden des Kellers befindlichen Sammelkaſten in Verbindung ſteht. Als Material ſind teils Klinker, teils Rathenower Backſteine in Zementkalk verwendet; nach außen hin iſt das

Fig. 357.



$^1/_{150}$ w. Gr.

Fig. 358.



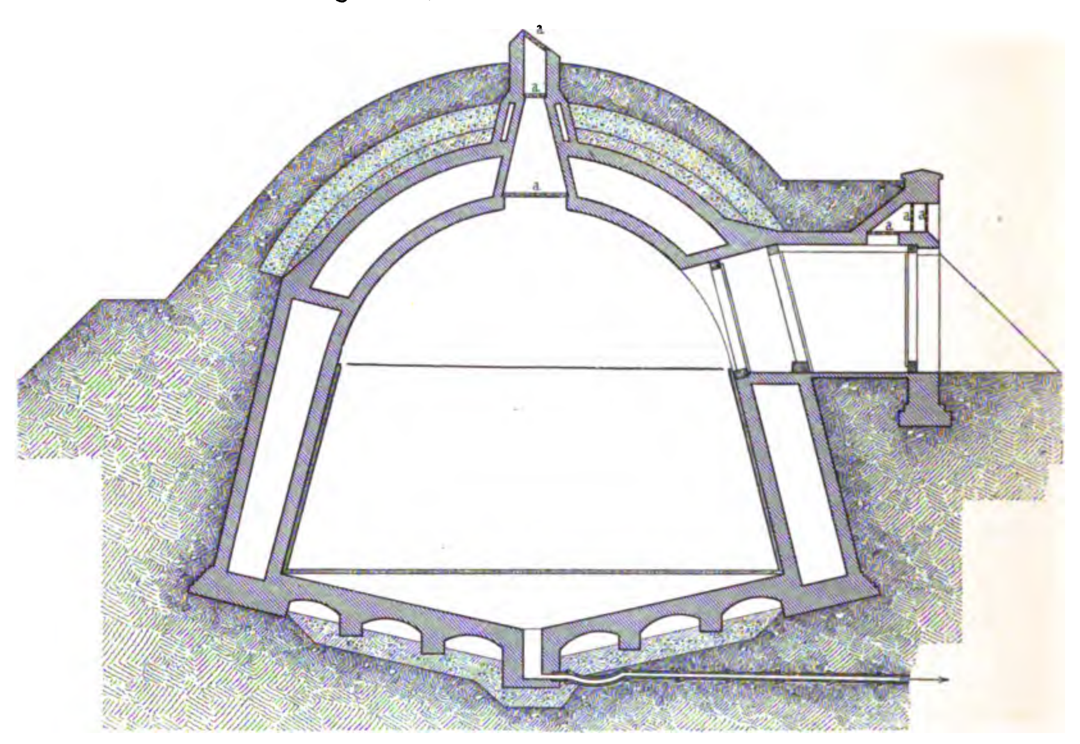
$^1/_{100}$ w. Gr.

Gemauerte Eiskeller.

Mauerwerk mit Zement berappt und mit heißem Teer geſtrichen. Beide Keller ſind mit Erde bedeckt, welche dicht mit Bäumen und Sträuchern bepflanzt iſt.

In Fig. 359 iſt der Eiskeller der akademiſchen Heilanſtalten zu Kiel wiedergegeben, entworfen von *J. E. Moſe* daſelbſt.

Die glockenförmige Anlage, bei welcher das Gewölbe unmittelbar in die Widerlager übergeht, iſt eine ſehr ſtabile und gleichzeitig ſparſame. Die Luftſchicht der Wände hat 1 m Weite; auch der Boden iſt durch eine ſolche geſchützt, indem zwiſchen einem aus Aſche und Schlacke gebildeten



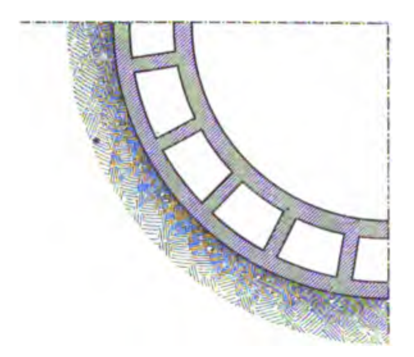


Fig. 359.

Eiskeller der kliniſchen Univerſitätsanſtalten zu Kiel.

$^{1}/_{500}$ w. Gr.

Unterlager und den Gewölbchen des Bodens Luftraum gelaſſen iſt. Außerdem iſt ein Bohlenbelag auf Steinrippen geſtreckt, zwiſchen denen ſich ebenfalls Luft befindet. Innere Mauern, Gewölbe und Zellenmauern ſind von Hohlſteinen; bis zu einer Höhe von 4,00 m ſind die Wände gleichfalls mit Bohlen bekleidet. Auf dem Gewölbe ruht zunächſt eine 0,50 m ſtarke Schicht von Aſche mit Schlacke, darüber eine ſolche von Torfgrus in gleicher Stärke; dann folgt eine 0,75 m ſtarke, mit Buſchwerk bepflanzte Erdſchicht. Die Beleuchtung des Einganges und des Eisraumes erfolgt durch Rohglasplatten *a*, *a*.

Bemerkenswert durch die bereits in Art. 206 (S. 250) erwähnte Lüftung iſt der in Fig. 360 dargeſtellte Eiskeller für 62 cbm Eis[368]).

[368]) Nach: Baugwks.-Ztg. 1886, S. 209.

Tonnengewölbe und Umfaſſungswände ſind aus Ziegeln in verlängertem Zementmörtel mit 10 cm Luftſchicht hergeſtellt; die Widerlagsmauern ſind außerdem mit Baſaltmauerwerk verſtärkt. Auf die Anlage des Fußbodens wurde beſondere Sorgfalt verwendet. Die unterſte Lage, 10 cm hoch, beſteht aus Baſaltſcherben; darüber liegt, um eine waſſerdichte Sohle zu erhalten, ein Zementguß, auf dieſem eine 10 cm ſtarke Schicht Kohlenſchlacken und ſchließlich eine Ziegelflachſchicht in Zement. 6 Balken von 20 × 25 cm Stärke tragen 5 × 8 cm ſtarke Latten von Lärchenholz. Die Innenflächen des Mauerwerkes ſind gefugt; das ganze Bauwerk iſt oben mit Aſphaltpappe abgedeckt. Die friſche Luft fällt von oben durch zwei Blechrohre in den Eisraum; durch die am Boden befindlichen Wandöffnungen wird die ſchlechte Luft nach dem Schlot geführt, was durch zeitweiſes Anfeuern auf dem Roſte beſchleunigt wird. Im Schlote ſelbſt befinden ſich eine Feuerungs- und eine Aſchentür. Die Bauſumme beträgt 2600 Mark.

Nach dem in Art. 206 (S. 250) Geſagten dürfte es vorteilhaft ſein, die Rohre für friſche Luft mit Schiebern zu verſehen, welche im Sommer in der Regel geſchloſſen bleiben und nur, wenn ſich die Notwendigkeit einer Luftzuführung bemerkbar macht, in kühlen Nächten geöffnet werden.

Die Anwendung von Zementbeton empfiehlt ſich wegen ſeines geringen Wärmeleitungsvermögens. Hat man Vorkehrungen gegen Grundwaſſer zu treffen, ſo iſt dieſes Material allen anderen vorzuziehen. Die Baukoſten ſind verhältnismäßig gering.

Ein derartiger Eiskeller mit 180 cbm Faſſungsraum iſt unter dem Hofe des Stettiner Konzert- und Vereinshauſes ausgeführt. Das Miſchungsverhältnis iſt: 1 Teil Portlandzement, 6 Teile ſcharfer Sand, 4 bis 5 Teile zerſchlagene Feldſteine, bezw. Klinkerbruch. Die Wände haben eine Stärke von 0,90 m, der wagrechte Boden eine ſolche von 0,30 m. Die Koſten betrugen (1884) 4000 Mark[369]).

Häufig kommt man in die Lage, in einem vorhandenen Keller einen Eisraum anzulegen. Iſt vom Hochwaſſer keine Gefahr zu befürchten, ſo wählt man zweckmäßig die in Fig. 358 gegebene Anordnung[370]).

In den von maſſiven Wänden eingefaßten und unter der früheren Kellerſohle vertieften Raum iſt ein hölzerner Kaſten eingeſetzt. Die doppelte Bretterwand iſt mit Häckſel, der Raum zwiſchen dem Kaſten und der maſſiven Wand mit Kohlengrus ausgefüllt. Der Fußboden wird von Latten gebildet. Neben dem Vorraume, welcher das Einſteigeloch enthält, befindet ſich ein Raum zur Aufbewahrung von Fleiſch.

210. Eishäuſer.

In Gegenden mit hohem Grundwaſſerſtande, wozu auch Gebirgsgegenden gehören können, ebenſo auf flachem Gelände, wo die Abführung des Schmelzwaſſers lange unterirdiſche Leitungen erfordern würde, iſt die Ausführung von Kellern nicht möglich, und man muß zu **Eishäuſern** übergehen. Sind letztere maſſiv ausgeführt, ſo behält man den Ausdruck „Keller" wohl bei. In der Regel werden ſie ganz mit Erde beſchüttet, unterſcheiden ſich mithin von den eigentlichen Eiskellern nicht. Iſt dies nicht zuläſſig, ſo muß man den Wärmeſchutz durch Vorlegen von Kühlräumen zu erreichen ſuchen oder doppelte Iſolierung anwenden. Ein Beiſpiel hierfür bietet das Eishaus der ſtädtiſchen Irrenanſtalt zu Dalldorf (Fig. 361[371]), für den Eisbedarf von 1000 Kranken berechnet.

Das Beſchicken des Kellers und die Entnahme von Eis geſchieht ſeitlich oben, für welche Zwecke ein durch eine Treppe zugänglicher Vorbau vorhanden iſt. Die Iſolierung der Wände und des Fußbodens iſt eine ſehr ſorgfältige; das Gewölbe würde ebenfalls beſſer mit Iſolierſchicht verſehen worden ſein.

Ein maſſives Eishaus mit zylinderförmigem, hölzernem Eisbehälter, nach Angaben *Kolbe*'s für das chemiſche Inſtitut der Univerſität Marburg ausgeführt, zeigt Fig. 362[372]).

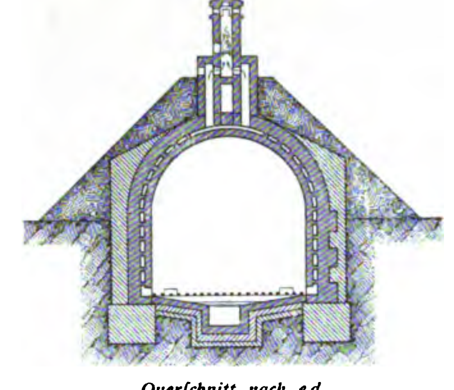
Die maſſive äußere Wand beſteht 0,81 m hoch aus gebrannten Backſteinen und 3,76 m hoch aus Lochſteinen und iſt durch 16 Mauerſteinpfeiler unterſtützt, welche mit 13 cm ſtarken Sandſteinplatten überdeckt ſind. Der hölzerne Eisbehälter von 4,08 m Durchmeſſer und 3,77 m Höhe iſt an allen Seiten 1,00 m ſtark mit ſchlechten Wärmeleitern umgeben. Zur Unterſtützung dienen vier über

369) Nach: Deutſche Bauz. 1884, S. 169.

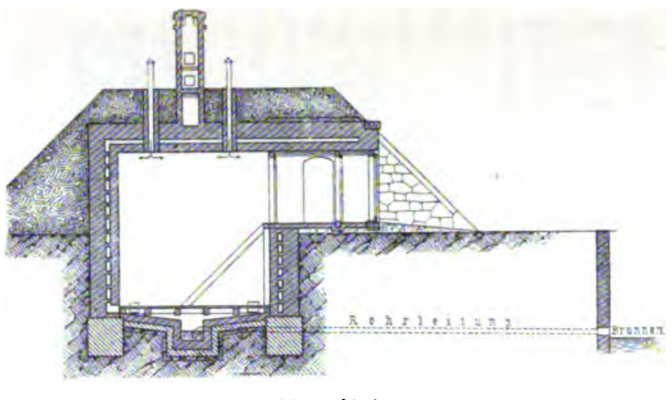
370) Nach: ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117 u. Taf. 19.

371) Nach: Deutſches Bauhandbuch. Band II, Teil 1. Berlin 1882. S. 354.

372) Nach: ENGEL, F. Handbuch des landwirtſchaftlichen Bauweſens. 6. Aufl. Berlin 1879. S. 196.



Querschnitt nach c d.



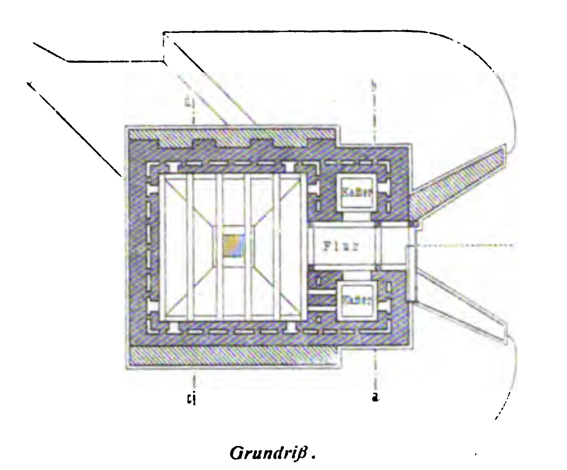
Längenschnitt.

Querschnitt nach a b.

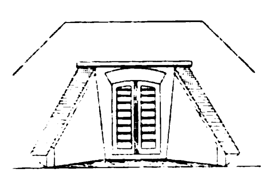
Fig. 360.

Eiskeller

für 62 cbm Eis[365]).

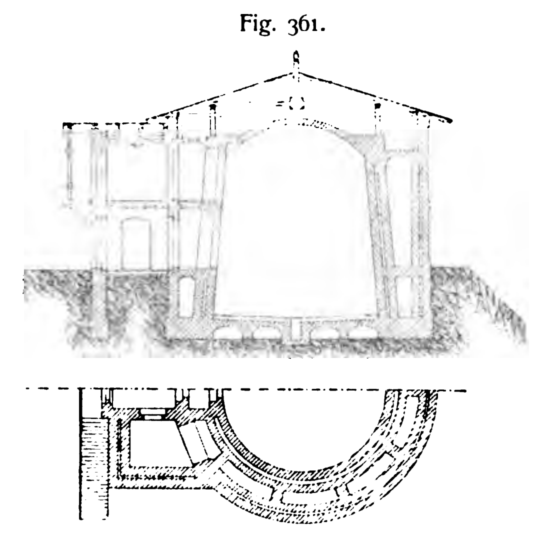


Grundriß.



Ansicht des Kellereinganges.

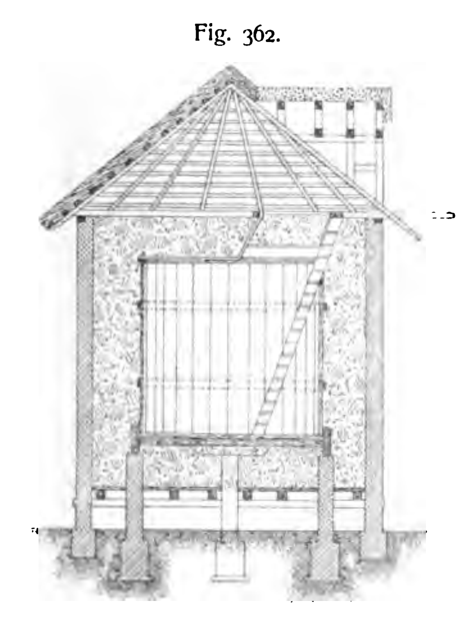
Fig. 361.

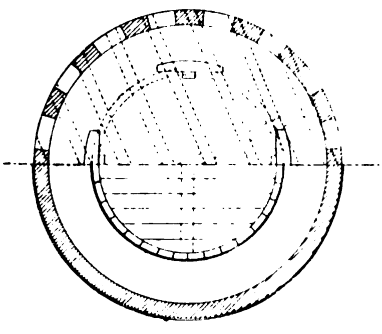


Eishaus der Irrenanſtalt zu Dalldorf[371]). $^1/_{300}$ w. Gr.

Kreuz geſtellte Sandſteinpfeiler und vier ſich auf dieſe ſtützende eichene Pfoſten von 0,71 m Länge und 24 cm Stärke im Quadrat, welche den vier der Peripherie des Faſſes entſprechend abgerundeten Holmen als Auflager dienen. Der 10 cm ſtarke Eichenfußboden ruht auf einem Unterzuge. Der Eisbehälter beſteht im Inneren aus 8 cm ſtarken, untereinander verdübelten Bohlen aus Eichenholz, welche von zwei ſtarken eiſernen Bändern zuſammengehalten werden, während die Außenfläche durch 3 cm ſtarke, verdübelte Kiefernbretter gebildet wird. Der Deckel iſt aus 6 cm ſtarken Kiefernbohlen angefertigt. Eine Trittleiter führt bis zum Boden herab. Die Einſteigeöffnung iſt von einem Bretterkaſten umgeben, welcher oben und unten mit einer Tür verſehen iſt, zwiſchen welchen ein aus alten Wolldecken angefertigtes Kiſſen den Luftzutritt hindert. Das Schmelzwaſſer wird durch ein Bleirohr fortgeleitet, deſſen Ende aufgebogen iſt und ſo einen Waſſerverſchluß bildet. In einer Höhe von 0,57 m über dem Erdboden iſt ein Fußboden nebſt Balkenlage angebracht, um das Durchfallen des Häckſels zu verhüten. Die Fugen ſind mit Deckleiſten geſchloſſen; die maſſive Wand iſt innen mit Strohlehm, außen mit Kalkmörtel geputzt. Eine Tür iſt mit trockenen Backſteinen verſetzt und kann leicht zum Herausnehmen und Erneuern des Häckſels geöffnet werden. Das Dach iſt infolge feuerpolizeilicher Beſtimmung nicht mit Stroh, ſondern mit Schiefer gedeckt.

Fig. 362.





Eishaus des chemiſchen Inſtituts an der Univerſität Marburg[372]). $^1/_{150}$ w. Gr.

Eishäuſer in Holzfachwerk, ſog. „amerikaniſche“, erfreuen ſich gegenwärtig einer großen Beliebtheit. Ihre Vorzüge vor den maſſiven ſind: größere Billigkeit und, infolge der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, vortreffliche Konſervierung des Eiſes. Dagegen leiden ſie an zwei recht empfindlichen Übelſtänden: ſchnelle Vergänglichkeit durch Schwammbildung und Fäulnis, ſowie ſehr geringe Feuerſicherheit, wie eine wahrhaft erſchreckende Zahl von Bränden in Amerika und Deutſchland jährlich auf das Neue beweiſt. Man tut daher gut, derartige Gebäude durch Anſtrich des Holzwerkes mit dem in Art. 208 (S. 251) ſchon erwähnten Karbolineum zu ſichern und ſie möglichſt entfernt von anderen zu errichten. Fig. 363 zeigt ein auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus durch *Steinbarth* ausgeführtes Eishaus[373]).

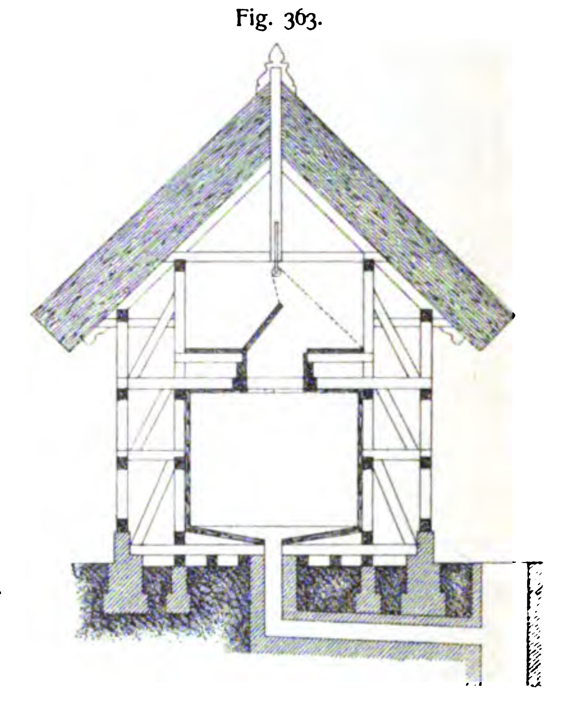
Der 0,94 m meſſende Zwiſchenraum der Fachwände iſt bis zur Balkenlage mit Torfgrus, der Raum bis zum Dachfirſt mit Häckſel ausgefüllt; das Dach iſt mit Stroh

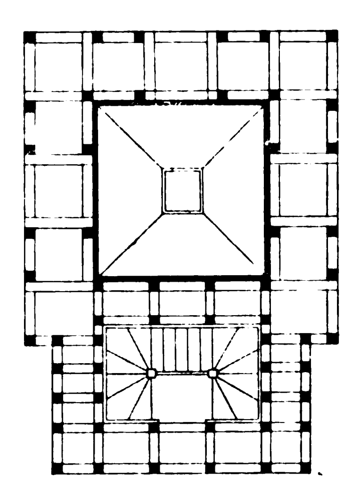
[373]) Nach: ROMBERG's Zeitſchr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 134 u. Taf. 22.

gedeckt. Eine Treppe führt zur Aufzugsklappe, durch welche das Eis eingebracht wird. Der Roſt in der Mitte des 10 cm ſtarken Bohlenbodens beſteht aus einer durchbrochenen Gußplatte. Der gemauerte Abzugskanal von 25 cm Weite mündet in eine bedeckte Senkgrube; ein Waſſerverſchluß wird darin vermißt; auch iſt der Querſchnitt des Kanales zu groß.

Ähnliche Anlagen ſind durch *Gropius & Schmieden* in Berlin beim Krankenhauſe im Friedrichhain und beim Zentralmilitärhoſpital zu Tempelhof ausgeführt worden[374]); ferner enthält das unten[375]) genannte Werk mehrere praktiſche Beiſpiele.

Fig. 363.





Eishaus auf dem Rittergut Lagowitz bei Schwiebus[373]). — $^1/_{100}$ w. Gr.

Ein Eishaus kleinſter Art, auf nur 5 zweiſpännige Fuhren Eis berechnet, iſt in Fig. 364[376]) dargeſtellt.

Auf den Fundamenten *M* liegt ein Roſt von Balken *R*, mit Bretterboden abgedeckt. Über dem Roſte erhebt ſich ein einfaches Fachwerkhäuschen. Schräg geſtellte Streben *G* verbinden die Mitte des Bretterbodens mit den vier oberen Ecken des Häuschens. Von den Streben ausgehende Hölzer bilden eine auf den Kopf geſtellte Pyramide, die mit Brettern verſchalt und mit Zink waſſerdicht abgedeckt iſt. Letztere iſt der Eisraum. Ein Röhrchen *A* ſorgt für die Entwäſſerung. Die Räume zwiſchen den beiden Bretterböden werden mit Spreu ausgefüllt; auch das Eis wird mit Spreu bedeckt. Die Entnahme geſchieht, indem man durch die Eingangstür *T* auf die Spreudecke ſteigt, letztere an irgend einer Stelle beſeitigt und den Bedarf herausnimmt. Die Vorzüge ſind: 1) Trockenhaltung des Iſoliermaterials, 2) Vermeidung von leeren Räumen bei Verminderung des Eiſes, 3) Verlangſamung des Schmelzvorganges im Sommer, da nach unten zu die iſolierenden Wände immer ſtärker werden. Nach Angabe des Beſitzers *v. Harnier* in Echzell (Oberheſſen) genügt dieſes Eishaus für einen ſtarken Haushalt vollſtändig, und trotz der auffallend kleinen Eismaſſe iſt in der Regel noch $^1/_4$ bis $^1/_5$ derſelben übrig.

211. Eisbehälter mit Lagerräumen.

Die Räume zum Aufbewahren von Fleiſch und Getränken, welche durch das Eis kühl gehalten werden ſollen, kann man in verſchiedener Weiſe mit dem Eisraume verbinden. Kleinere Mengen laſſen ſich im Eingangsvorbau, welcher zum Anbringen der doppelten Türen erforderlich iſt, bergen[377]). In der Regel genügt dies aber nicht. Fig. 365 zeigt den idealen Entwurf zu einem hölzernen Eishauſe mit Kühlraum[378]).

[374]) Veröffentlicht in: Zeitſchr. f. Bauw. 1876, Bl. 30; 1879, Bl. 23.

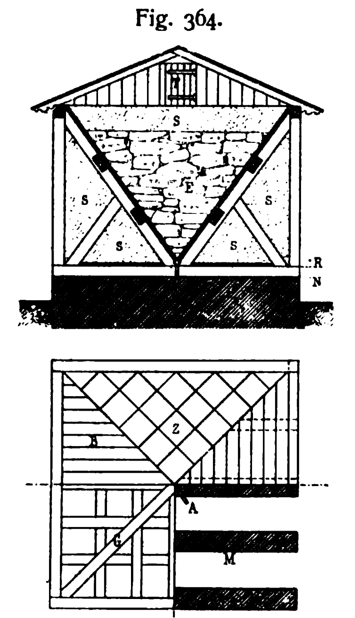
[375]) Wandfriey, G. Die ländlichen Wirtſchaftsgebäude. Bd. 2. Halle 1879.

[376]) Nach: Gwbbl. f. Heſſen 1885, S. 108.

[377]) Siehe auch: Teil III, Band 4 dieſes „Handbuches", Art. 288, S. 246. (2. Aufl.: Art. 355, S. 337.)

[378]) Nach: Deutſche Bauz. 1899, S. 338.

Fig. 364.



Eishaus in Bad Nauheim[374]).
1/100 w. Gr.

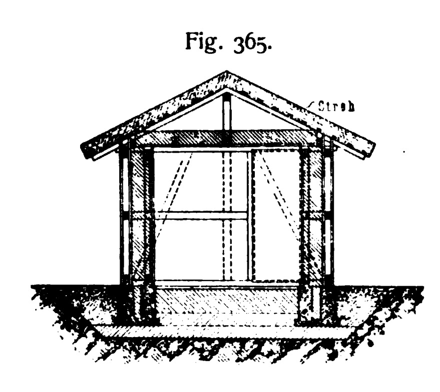
Die Baugrube wird bis 25 cm unter dem künftigen Fundament ausgehoben. Nach der einen Seite hin hat fie ein Gefälle von 1:50; ein Rigolengraben führt das Schmelzwaffer nach der Niederung ab. Hierauf wird die Baugrube bis zur Unterkante des Fundaments mit grobem Kies gefüllt und auf diefen das Fundament aufgemauert.

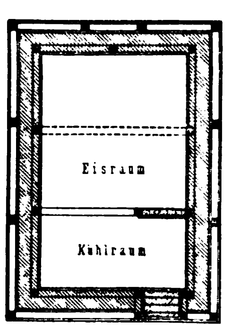
Das aus einem inneren und einem äußeren Gebäude beftehende Eishaus wird aus ungehobelten Schwellen und Stielen errichtet. Die äußeren Seiten des Außengebäudes werden mit rauhen, gefpundeten, die Innenfeiten des Außen- und Innengebäudes mit gewöhnlichen Schalbrettern benagelt, das Dach mit Rohr gedeckt, über das bei der Lage des Eishaufes in ftädtifchen Höfen noch Dachpappe gelegt wird. Der Lichtraum zwifchen den beiden inneren Schalungen foll mindeftens 42 cm betragen.

Der Innenbau enthält zwei Räume: den Eisraum und den Kühlraum. Die Höhe des Eisraumes wird bei kleineren Betrieben nicht über 2 m betragen, da das Füllen durch die Tür nicht wohl noch höher angängig ift; nur bei bedeutendem Eisbedarf wird man bei größerer Höhe des Eisraumes noch eine zweite Füllöffnung von oben anordnen. Der 42 cm weite Zwifchenraum wird mit trockenem Torfmull ausgefüllt, auch die Bretterdecke des Innenraumes mit folchem 40 cm hoch bedeckt; ebenfo wird der Fußboden 50 cm hoch mit Torffoden ausgefetzt, deren Fugen mit Sägefpänen ausgefüllt werden. Hierüber erhält der Kühlraum einen Bretterfußboden und der Eisraum einen Lattenroft, über den eine dünne Lage Stroh gebreitet wird. Zum Kühlraum führt eine Doppeltür: eine im Außengebäude nach außen auffchlagend und eine im Innengebäude nach innen auffchlagend mit gemeinfamem Türfutter. Die Türen find derart mit Strohpolftern bekleidet, daß beide Polfter fich bei gefchloffenen Türen berühren. Bei fcharfem Froft hält man die Türen offen, und wenn das Eis eine Stärke von mindeftens 10 cm hat, wird es in möglichft große Tafeln zerfägt und über dem Strohlager im Eisraum mit engen Fugen aufgefchichtet. Ift der Froft fcharf genug, fo gießt man die Fugen mit eiskaltem Waffer aus und läßt die Eistafeln zufammenfrieren. Ift die Kälte hierzu nicht ftark genug, fo ftreut man Kochfalz zwifchen die Tafeln, etwa 6 kg auf 1 cbm Eis. Nach dem Füllen des Eisraumes wird die Tür nach dem Kühlraume gefchloffen und braucht nur dann wieder geöffnet zu werden, wenn dem Lager Roheis entnommen werden foll. Dient das Eis aber nur zur Kühlung des Kühlraumes, fo bleibt diefe Tür ftets gefchloffen.

Die geringe Menge von Schmelzwaffer fickert durch die Torfpackung in den Kies und fließt in der Rigole ab oder verliert fich im fandigen Untergrunde. Die fämtlichen Hölzer läßt man zweckmäßig mit Karbolineum tränken.

Fig. 365.



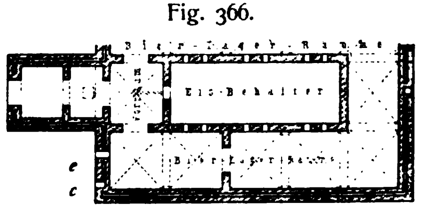


Entwurf zu einem hölzernen Eishaus mit Kühlraum[375]). — 1/150 w. Gr.

Sollen Eishäufer auf engen Höfen errichtet und größere Eismengen auf kleiner Grundfläche untergebracht werden, fo legt man den Kühlraum über den Eisraum. Den Kühlraum kann man ähnlich wie in Fig. 363 von einer inneren Treppe aus zugänglich machen oder von einem Balkon aus, zu dem eine äußere Treppe führt. Gegen den Balkon ift der Kühlraum wieder mit einer Doppeltür abgefchloffen, wie wir fie vorhin befchrieben haben. Durch eine Falltür fteigt man auf einer Leiter in den Eisraum hinab.

Sollen größere Mengen von Fleifch, Getränken etc. durch das Eis kühl gehalten werden, fo legt man entweder den Eisraum in die Mitte des Gebäudes, die Lagerräume rund herum (Lagerkeller mit Mitteleisraum) oder vor Kopf der Lagerräume (Lagerkeller mit Stirneisraum) oder oberhalb derfelben (Lagerkeller mit Obereisraum). Die letztere Art ift die vollkommenfte. Wir bringen daher von den beiden erfteren nur je einen Grundriß[379]).

Fig. 366.



Lagerkeller mit Mitteleisraum[379]).
1/840 w. Gr.

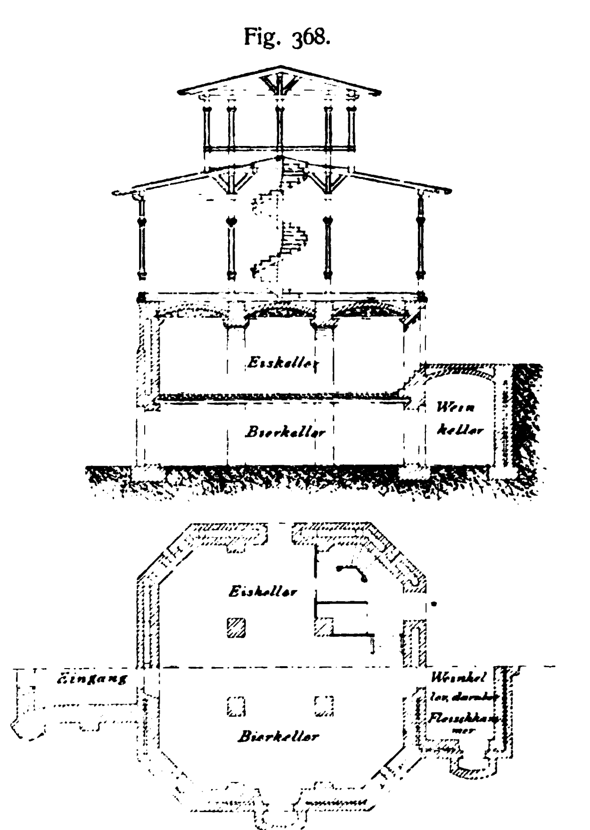
Fig. 367.

Lagerkeller mit Stirneisraum[379]).
1/800 w. Gr.

In Fig. 366 find um einen mittleren, bis zum Dache reichenden Eisbehälter die überwölbten Lagerräume für Biertonnen angeordnet. Der Dachraum über dem Eife ift mit Stroh angefüllt; die Lagerräume find oben und unten mit Brettern verfchalt, zwifchen denen fich Torf befindet. Die Umfaffungen des Eisraumes haben felbftredend keine Luftfchichten; hingegen find folche von 16 cm Weite in den Außenmauern der Lagerkeller angebracht. Öffnungen *c* in denfelben und ein Luftfchornftein bei *d* vermitteln zufammen mit den geöffneten Eingangstüren bei Froftwitterung die Durchlüftung. Gleichzeitig gelangt die kalte Luft durch einen Schacht *e* in den unter dem Pflafter befindlichen linken Seitenkanal und von da durch zahlreiche andere Kanäle unter dem Fußboden in den rechten Seitenkanal und von hier aus in einen Abzugsfchlot. So wird eine völlige Abkühlung des Fußbodens bewirkt. Bei eintretender gelinder Witterung werden alle diefe Öffnungen gefchloffen.

Fig. 367 ftellt einen von *Linz* in Rawitfch erbauten Stirneis-Lagerkeller dar. An den Eisraum ftoßen zwei Räume zum Aufbewahren von Bier und ein Gärkeller für den Sommer, mit erfterem durch breite Öffnungen zur Entnahme von Eis und zum Abkühlen der Luft verbunden. Diefe Öffnungen können durch Bohlenverfatzftücke beliebig gefchloffen werden. Ein Vorkeller dient als Gärraum für den Winter. Alle Räume find zwifchen I-Trägern, bezw. Eifenbahnfchienen eingewölbt; über der Wölbung liegt eine 1,50 m ftarke Strohfchüttung. Das Einbringen des Eifes gefchieht durch Öffnungen in den Wänden des Eisraumes, von denen je zwei in der vorderen fchmalen Seite und in der Langfeite übereinander angelegt find und zu denen eine hölzerne Freitreppe führt. Die Lager- und Gärräume werden durch über Dach geführte Schlote *b* und durch Schornfteine in den Wänden mittels leicht ftellbarer Verfchlüffe gelüftet. Die Fußböden find auf Ziegelpflafter afphaltiert; das Eis liegt auf einem Holzroft.

Fig. 368.



Eishaus am Halenfee bei Charlottenburg.
1/300 w. Gr.

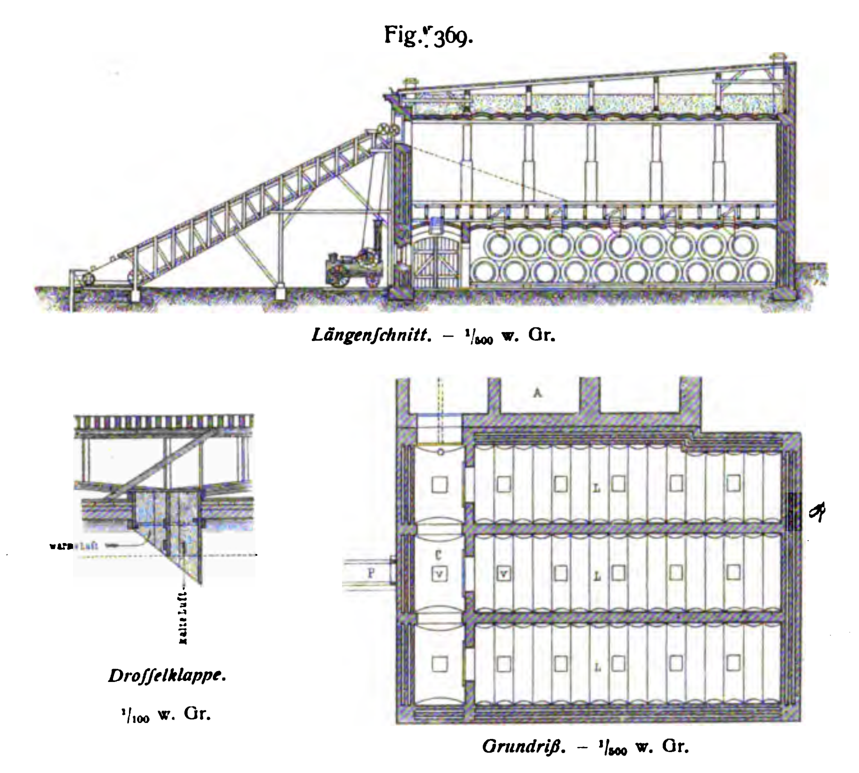
[379]) Nach: SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Maffiv- und Holzkonftruktion etc. 2. Aufl. Berlin 1886. S. 28, 33.

Die Bierfäſſer ruhen an den Langwänden rechts und links auf Eiſenbahnſchienen, welche über niedrige Mauerſockel geſtreckt ſind.

In Fig. 368 geben wir eine von *Ende & Böckmann* in Berlin am Halenſee bei Charlottenburg in Verbindung mit einer Reſtauration ausgeführte Anlage. Es iſt dies ein Lagerkeller mit Obereis.

Das Gelände iſt ſtark anſteigend. Zu unterſt liegt der Bierkeller, daneben ein Weinkeller, über letzterem die Fleiſchkammer. Der Bierkeller iſt mit Wellblech auf eiſernen Trägern abgedeckt; darüber befindet ſich der Eiskeller; das Eis liegt auf einem Lattenroſte. Das Wellblech hat eine geringe Neigung zur Mitte, damit das Schmelzwaſſer abläuft und die Umfaſſungswände trocken bleiben. In der Mitte tropft das Waſſer durch einen Schlitz in der Wellblechdecke auf die mit Gefälle gepflaſterte Sohle des Bierkellers und läuft hier zwiſchen den Biertonnen zu den Verſickerungsgruben. Über dem Eiskeller befindet ſich eine Bohlendecke und darüber Gewölbe; der

Fig. 369.



Längenſchnitt. – 1/500 w. Gr.

Droſſelklappe. 1/100 w. Gr.

Grundriß. – 1/500 w. Gr.

Eiskeller der Viktoriabrauerei zu Berlin[380]).

Zwiſchenraum iſt mit Torfgrus ausgefüllt. Im Inneren des Eiskellers ſind die Wände mit Strauchwerk bekleidet. Über demſelben liegt die mit Aſphaltfußboden verſehene Reſtaurationshalle. Die Umfaſſungsmauern ſind aus feſten, klinkerartigen Backſteinen mit 30 cm Hohlraum ausgeführt.

Bei der in Fig. 369 dargeſtellten Eiskelleranlage der Viktoriabrauerei in Berlin[380]) iſt zwiſchen dem Bierlagerraume und dem darüber befindlichen Eisraume eine Kaltluftkammer eingeſchaltet worden, vermöge deren man im ſtande iſt, alle Mängel der älteren Anlagen zu beſeitigen. Das Eis lagert in einem oberen Geſchoß ganz über der Erde, während der Bierlagerraum nur wenig in dieſelbe eingeſchnitten iſt. Zwiſchen beiden befindet ſich die Kaltluftkammer.

Nach obenſtehender Grundrißſkizze beſteht der Lagerkeller aus drei durch ſtarke Mauern getrennten Räumen *L*, welche durch Schiebetüren von einem gemeinſchaftlichen Flurgang *C* abgeſchloſſen ſind. Die Sohle iſt gemauert und mit Aſphalt abgedeckt, der Flurgang mit größeren, die Lagerräume mit kleinen, flachen Kappen zwiſchen Eiſenbahnſchienen in Hohlſteinen überwölbt.

380) Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 138.

Die Scheidemauern ſind zum Auflagern der das Eis tragenden Eiſenkonſtruktionen höher geführt und, um das Herablaufen des Schmelzwaſſers an denſelben zu verhüten, oben durch Auskragen verbreitert und mit ſtarkem, eine Traufkante bildenden Zinkblech abgedeckt. Auf ihnen ruhen in Abſtänden von 1,60 m etwa 1,00 m hohe Parabelträger, auf deren oberer, wagrechter Gurtung ein Bohlenroſt aus 8 × 13 cm ſtarken, hochkantig in Zwiſchenräumen von 5 cm verlegten Hölzern liegt. Auf höher geführten Pfeilern finden dann, wie aus dem beigefügten Schnitt erſichtlich, die Träger ihr Auflager, welche die aus flachen Hohlſteinkappen zwiſchen Eiſenbahnſchienen gebildete Decke des Eisraumes tragen. Darüber liegt eine etwa 1,50 m hohe Überſchüttung aus iſolierendem Material: Torfgrus, Stroh, Häckſel. Das flache Dach endlich iſt mit Holzzement abgedeckt.

Die Kappen über dem Bierlager ſind auf einer Abgleichung ſorgfältig mit Gefälle nach dem Flurgang hin abgepflaſtert, darauf mit Holzzement belegt. Das Bierlager ſteht mit der Kaltluftkammer durch lotrechte, quadratiſche Holzſchächte *V* in Verbindung, deren oberer Rand mit Zink bekleidet iſt; über dieſelben ſind ſchräge Zinkwellbleche ſo aufgeſtellt, daß das herabträufelnde Schmelzwaſſer nicht in den Lagerkeller hinabfallen kann, vielmehr auf den Holzzementbelag der gewölbten Lagerkellerdecke abgeleitet wird. In den Schächten befinden ſich hölzerne Droſſelklappen, mittels deren dieſelben abgeſchloſſen werden können. Werden die Klappen dagegen lotrecht geſtellt, ſo zerlegen ſie den Schacht in zwei Abteilungen, die, infolge der Abſchrägung des Schachtkaſtens am unteren Ende, von verſchiedener Länge ſind und eine ſelbſttätige Luftbewegung herbeiführen. Die in den oberſten Schichten im Lagerkeller befindliche wärmere Luft ſteigt durch den kürzeren Schacht nach oben, während die bis faſt auf 0 Grad abgekühlte, ſpezifiſch ſchwerere Luft der Kaltluftkammern durch den längeren Schacht in den Lagerraum hinabſinkt. Sobald alſo die Temperatur in den Bierlagerräumen über 20 Grad R. geſtiegen iſt, genügt das Öffnen einiger Droſſelklappen, um in kurzer Zeit die nötige Abkühlung zu erzielen. Für die Schächte genügt erfahrungsmäßig eine mäßige Länge bei einem Querſchnitt von etwa 90 cm im Quadrat. In den Kappen des Flurganges ſind ebenfalls ſolche Lüftungsſchächte angebracht, da dieſer Raum als Lager mitbenutzt wird. — Das aus dem Eisraume abfließende Schmelzwaſſer wird über dem Flurgang abgeleitet und in der Brauerei zu Kühlzwecken weiter verwendet, wobei der Umſtand, daß es in ziemlicher Höhe über dem Gelände austritt, ſehr zu ſtatten kommt.

Die Umfaſſungsmauern des Gebäudes ſind in der ganzen Höhe 1,14 m ſtark und enthalten 2 Luftſchichten von je 13 cm Weite, welche ſo gelegt ſind, daß die äußeren Wandteile 38 cm, die mittleren und inneren je 25 cm ſtark ſind. Die Innenſeiten der Luftſchichten ſind mit Rapputz verſehen. Außer dieſen Iſolierungen war beabſichtigt, die Innenſeiten der Mauer im Eislager noch ganz mit einer Holzwand, welche abermals eine iſolierende Luftſchicht abgeſchnitten hätte, zu bekleiden; da dieſelbe jedoch ſehr dem Verfaulen ausgeſetzt und dadurch die Luft des Eiskellers leicht verdorben wäre, auch wahrſcheinlich nach einigen Jahren zu koſtſpieligen Ausbeſſerungen Veranlaſſung gegeben hätte, ſo hat man von ihrer Ausführung Abſtand genommen. Es kann jedoch in Frage kommen, ob dieſe Holzwand, außer als Iſolierung, nicht auch als ein Schutz der Mauern gegen den zerſtörenden Einfluß des Schmelzwaſſers, das jetzt in das Mauerwerk eindringt, von Wichtigkeit geweſen und daher beſſer beibehalten worden wäre.

Um von Zeit zu Zeit eine vollkommene Lufterneuerung in der ganzen Anlage vornehmen zu können, ſind an den 4 Ecken des Eisraumes gemauerte Lüftungsſchächte, die für gewöhnlich mit iſolierenden Deckeln verſchloſſen ſind, durch die Kappen bis über Dach geführt. Zu demſelben Zwecke ſind im unteren Flurgang Doppelfenſter angelegt, welche im Sommer zugeſetzt und dicht abgeſchloſſen werden, im Winter aber zur Auskühlung, Lüftung und Erhellung der Räume dienen.

Das Eis wird in das Gebäude mittels eines Paternoſterwerkes *P* ſinnreicher Konſtruktion, unter Benutzung einer Lokomobile, eingefüllt, und zwar wird es dicht unter der oberen Decke eingebracht und auf einer ſchiefen Ebene verteilt. Wenn der ganze Raum gefüllt iſt, wird, nach möglichſter Auskühlung bei Froſtwetter, eine etwa 75 cm hohe Schicht von Hobelſpänen über der Eismaſſe ausgebreitet, deren außerordentlich iſolierende Wirkung Schutz gegen die ſich oben anſammelnde wärmere und ſchlechtere Luft bieten ſoll.

Über Eiskeller in unmittelbarer Verbindung mit Bierbrauereien wird in Teil IV Halbband 3 dieſes „Handbuches“ (Abt. III, Abſchn. 2, C, Kap. über „Bierbrauereien“) das Erforderliche beſprochen werden.

212. Einbringen des Eiſes.

Zum Schluß hätten wir noch etwas über das Einbringen des Eiſes zu ſagen. Am beſten iſt es, große Stücke durch Zerſägen der Eisdecke zu gewinnen und verbandmäßig zu packen. Hat man nur kleine, unregelmäßige Stücke, ſo ſind dieſe während des Einwerfens in möglichſt kleine Stücke zu zerſchlagen. Durch

Einstreuen von Kochsalz (etwa 9 kg auf die zweispännige Fuhre), Übergießen mit Wasser und fleißiges Öffnen der Türen an den Frosttagen erreicht man, daß die ganze Masse zu einem kolossalen Blocke zusammenfriert[881]).

Literatur

über „Eisbehälter".

HARZER, F. Die Anlegung der Eiskeller. Weimar 1853. — 2. Aufl. 1864.
SWOBODA, K. Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1853. — 4. Aufl. von E. NÖTHLING. 1886.
BRAASCH, W. Eiskeller. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1854, S. 7.
Ueber Eiskelleranlagen. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1860, S. 33.
EMMICH. Mittheilungen über die Anlage von Eisgruben und Eishütten. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1861, S. 117.
LEUCHS, J. C. Anweisung zum Bau oberirdischer Eisgebäude mit geringen Kosten etc. 2. Aufl. Nürnberg 1862.
ENDE, H. Nebenbaulichkeiten der Villa v. d. Heydt in Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 5.
Les glacières du bois de Boulogne. Nouv. annales de la const. 1863, S. 177.
SCHLESINGER, J. Der Eiskellerbau in Massiv- und Holz-Construction, sowohl in wie über der Erde. Berlin 1864. — 2. Aufl. 1886.
ROTH. Eiskelleranlage im Bois de Boulogne. Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 589.
Eiskeller mit Pavillon auf Rittergut Groß-Ziethen. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 19.
STEINBARTH. Eiskeller auf Rittergut Lagowitz bei Schwiebus. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1866, S. 133.
Der Bau des Eishauses. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1866, S. 106.
De la construction des glacières. Revue gén. de l'arch. 1866, S. 53.
HELDBERG. Ueber Eiskeller und Eishäuser. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1867, S. 24.
Ueber Eisbehälter. Baugwks.-Ztg. 1869, S. 184, 192.
STREERUWITZ, W. v. Amerikanische Eishäuser. Zeitschr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver. 1870, S. 77.
Eishaus in Nachrodt. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1870, S. 29.
KAEMP. Ueber die Construction und den Betrieb der neuen sog. norddeutschen Eishäuser in Rummelsburg bei Berlin. Deutsche Bauz. 1871, S. 52.
Eishaus auf dem adl. Gute Marienthal bei Eckernförde. Baugwks.-Ztg. 1872, S. 379.
Des glacières. Gaz. des arch. et du bât. 1873, S. 107, 111, 129.
SWOBODA, C. Die Anlegung und Benutzung transportabler und stabiler Eiskeller oder Eisschränke, Eisreservoirs und amerikanischer Eishäuser, so wie die Construction und der Gebrauch von Milch-, Wasser- und Luftkühlern, Gefrornesmaschinen etc. 3. Aufl. von F. HARZER's Anlegung und Benutzung der Eiskeller. Weimar 1874.
Ueber Eiskeller. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1875, S. 433.
KLETTE, R. Plan eines Eishauses. HAARMANN's Zeitschr. f. Bauhdw. 1877, S. 41.
MOSE, J. E. Beitrag zur Frage: Ob Eishaus oder Eiskeller. Baugwks.-Ztg. 1878, S. 187.
Zwei Eishäuser. Baugwks.-Ztg. 1880, S. 27.
POLACK, M. Eiskelleranlage der Victoriabrauerei in Berlin. Centralbl. d. Bauverw. 1882, S. 138.
Ueber Anlage von Eishäusern. Baugwks.-Ztg. 1882, S. 538.
Eiskeller-Anlagen. Gesundh.-Ing. 1883, S. 73.
NIESS, A. Eishaus des Herrn *Th. Fricke* in Braunschweig. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 282.
Eishausbau. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 751.
MOSE-KIEL, J. E. Beschreibung vom Umbau einer Eiskelleranlage. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 905.
Ueber die Anlage von Eiskellern. Baugwks.-Ztg. 1884, S. 950.
Eiskeller-Anlage aus Beton. Deutsche Bauz. 1884, S. 169.
Einfache Hütten zur Aufbewahrung von Eis. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 397.
Kleines Eishaus mit Kühlraum für Speisen und Getränke. Baugwks.-Ztg. 1885, S. 726.
GRÜNZWEIG, C. Ergebnisse vergleichender Versuche über die Leistungen von Eiskellern, hergestellt aus verschiedenen Materialien. Deutsche Bauz. 1885, S. 330. Gesundh.-Ing. 1885, S. 537.
Ein neues Eishaus. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 2, S. 310.

[881]) Siehe auch Teil III, Band 4 dieses „Handbuches", Art. 284, S. 242 (2. Aufl.: Art. 341, S. 326).

Eiskeller. Baugwks.-Ztg. 1886, S. 209.
MOSE, J. E. Anzulegender Eisraum für Kühlung einer Fleifchkammer in vorhandenen Räumen. Baugwks.-Ztg. 1886, S. 829.
KOCH, J. Bier-Dépôts. Baugwks.-Ztg. 1887, S. 558.
EHRICH. Ein Stirn-Obereiskeller. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1887, S. 2.
SCHÄFER & SCHWARZ. Neue Konftruktion von Eishäufern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1887, S. 38.
Ice houfes. Building, Bd. 6, S. 162.
ABEL, L. Die Kunft in ihrer Anwendung auf den Grundbefitz. Wien 1889. S. 353: Eisgruben.
STURMFELS. Eiskeller zu Bad-Nauheim. Gwbbl. f. Heffen 1890, S. 191.
Ein Eiskeller in Monier-Bauweife. Centralbl. d. Bauverw. 1891, S. 51.
Eishaus bei Nymphenburg. Baugwks.-Ztg. 1891, 774.
Ein Eiskeller in Monierbauweife. Baugwks.-Ztg. 1891, S. 1272.
DURANT, G. *Conftruction d'une glacière économique. La conftruction moderne*, Jahrg. 6, S. 428.
ROGGE, A. Eishaus für die Spandauer Bergbrauerei in Spandau-Berlin. Baugwks.-Ztg. 1892, S. 1133.
NÖTHLING, E. Die Eiskeller, Eishäufer und Eisfchränke etc. 5. Aufl. Weimar 1895.
Eishaus des Torfwerkes Hafpelmoor in Bayern. Deutfche Bauz. 1897, S. 377.
WILCKE. Eiskeller für ein größeres Gut. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1897, S. 1.
KAYSER. Ein praktifches Eishaus. Deutfche Bauz. 1899, S. 338.
BERNHARD, K. Eisfpeicher und Eisdruck. Centralbl. d. Bauverw. 1899, S. 81.
SCHULZ, B. Eisfpeicher und Eisdruck. Centralbl. d. Bauverw. 1899, S. 140.
Ueber den Bau von Eiskellern. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1899, S. 185.
Eishaus, ausgeführt von MIHATSCH & UBRICH in Mähr. Oftrau. UHLAND's Techn. Rundfchau, Gruppe II, 1899, S. 27.
WYGASCH, P. Ueber den Bau von Eiskellern. Wiener Bauind.-Ztg., Jahrg. 16, S. 303.
Eishaus, entworfen von Ingenieur KAYSER. UHLAND's Techn. Rundfchau 1900, Ausg. II, S. 60.
SCHATTEBURG, H. Die Eiskeller, Eishäufer, Kühlräume und Lagerkeller etc. Halle 1893.
Der Korkftein und feine Anwendung zu Eiskelleranlagen, fowie Kühlräumeanlagen der Neuzeit. HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw. 1894, S. 113, 122, 132.
Ueber Eishütten. Zeitfchr. f. d. gef. Kälte-Induftrie 1895, S. 11.
Ueber Eiskeller aus Zementdielen. Baugwks.-Ztg. 1897, S. 1601.
MENZEL, C. A. Der Bau des Eiskellers fowohl in wie über der Erde, vermittelft Torf, Stroh oder Rohr und das Aufbewahren des Eifes in demfelben. Nebft einer Befchreibung zur Anlage von Eisbehältern in Wohngebäuden und Zubereitung des eßbaren Eifes. 5. Aufl. von E. NOWÁK. Neudamm 1900.
BEHREND, G. Der Eiskellerbau etc. Halle 1900.
VOGEL, F. R. Zur Anlage von Eishäufern. Deutfche Bauz. 1900, S. 119.
In das Haus eingebauter Eisfchrank. Deutfche Bauz. 1900, S. 383.
MENZEL. Der Bau der Eiskeller, Eishäufer, Lagerkeller und Eisfchränke etc. 6. Aufl. von A. SCHUBERT. Neudamm 1903.

Ferner:

Zeitfchrift für die gefammte Kälte-Induftrie. Herausg. von H. LORENZ. München u. Leipzig. Erfcheint feit 1894.
Eis- und Kälte-Induftrie. Herausg. von C. SCHMITZ. Berlin. Erfcheint feit 1899.

b) Kühlanlagen mit künftlicher Kälteerzeugung.

Von ERNST BRÜCKNER.

213. Künftliche Kälte-erzeugung.

Den im vorhergehenden behandelten Einrichtungen zur nutzbaren Verwendung des von der Natur gefpendeten Eifes ift während des Entwickelungsganges der menfchlichen Kultur eine ftets wachfende Bedeutung zu eigen geworden. Nicht nur des Feuers Macht ift wohltätig in der Gewalt des Menfchen; auch die allem Leben fcheinbar feindliche Erftarrung bringende Kälte, die in periodifchem Wechfel unfere Erdzone befällt, verftand der Menfchengeift in gewiffem Grade in fein Joch zu zwingen.

Die Natur bietet uns einen unerſchöpflichen Kältevorrat im winterlichen Eis; wir haben gelernt, mit dieſem die Kälte zu ernten, aufzuſtapeln, zu verſchicken und ſie anderen Ortes und anderer Zeit unſerem Nutzen und Wohlſein dienlich zu machen. Nicht zufrieden mit den von der Natur dargebotenen Kältegraden hat man längſt gelernt, das Eis zur Vereinigung mit ihm feindlichen Stoffen zu zwingen und ihm ſo Kälte in weſentlich verſtärkter Form zu entlocken. Aber gleichwie das Feuer, in allen ſeinen natürlichen Formen erforſcht, durch künſtliche Modifikationen in ſeinen Wirkungen geſteigert, ſchließlich doch übertrumpft wurde durch andere, künſtliche Mittel der Hitzeerzeugung und Wärmeverwendung, ſo genügt den ſtolzen Anſprüchen unſerer Zeit weder die natürliche, noch eine abgeänderte Form der atmoſphäriſchen Kälte; dieſe iſt als Dienerin des Menſchengeiſtes längſt übertroffen durch die künſtlich erzeugte Kälte. Der Kühlung mit Natureis iſt in der Gefriertemperatur des Waſſers eine beengende Grenze geſteckt; die Überſchreitung derſelben durch Kältemiſchungen kommt wegen ihrer Koſtſpieligkeit für die Induſtrie nicht in Frage. Die Regulierbarkeit der Temperatur iſt durchaus unzulänglich; die Feuchtigkeit der gekühlten Luft erreicht bei Eiskühlung von ſelbſt den Größtwert, meiſt in durchaus unerwünſchter Weiſe. Die Reinheit der mit Eis gekühlten Luft iſt ſtets durchaus fragwürdig; zur unmittelbaren Kühlung von Getränken, ſowie für mediziniſche Zwecke ſoll Natureis wegen ſeines Reichtumes an Bakterien überhaupt nicht verwendet werden. So müſſen wir in vielen Fällen ſelbſt da auf die Verwendung von Natureis verzichten, wo es in überreicher Menge faſt koſtenlos geboten wird. In eisarmen Gegenden ſtellt ſich die Koſtſpieligkeit der Herbeiſchaffung als ein weiteres bedeutendes Hindernis der Verwendung von Natureis entgegen.

Die heutige Kälteinduſtrie iſt nicht als eine Entwickelungsform der bis vor 214. Heutige Kälte-induſtrie.
etwa 30 Jahren herrſchenden natürlichen Kühlverfahren anzuſehen; ſie iſt vielmehr, durch geniale Denker als ein Bedürfnis vorausgeſehen, auf völlig neuen Bahnen, unter Benutzung völlig anderer, teils während des Vordringens auf dieſen Bahnen erſt erkannter Naturgeſetze, zielbewußt, in ſchnurgerader Richtung zu ihrer heutigen Bedeutung geführt worden. Die Grundlagen, auf denen dieſer für die Wohlfahrt der Menſchheit in höchſtem Maße bedeutungsvolle Fortſchritt gedeihen konnte, ſind von hervorragenden Phyſikern der beiden letzten Jahrhunderte geſchaffen worden. Die neue Bahn wurde um die Mitte des vorigen Jahrhunderts von gelehrten Praktikern mit mehr oder weniger Erfolg betreten; der wirkſame Impuls zur Verbreitung der neuen Induſtrie über die Erde und die beiſpiellos raſche Vervollkommnung derſelben bis zur Grenze des Erreichbaren knüpften ſich an den Namen *Carl Linde*.

Über die künſtliche Kälteerzeugung im Dienſt der Induſtrie ſoll im folgenden eine gedrängte Überſicht geboten werden. Wir betrachten zunächſt die induſtriell wertvollen Verfahren der Kälteerzeugung, ſodann die derjenigen Kälteverwendung; beide ſtehen in naher Wechſelbeziehung zueinander; ſie bedingen ſich gegenſeitig in ihren beſonderen Formen und ſind nicht beliebig kombinierbar.

1) Kälteerzeugung.

Die heute bereits zu beträchtlichem Umfang angewachſene Literatur über 215. Überſicht.
Kältemaſchinen geht bei der Klaſſifikation derſelben von verſchiedenen Geſichtspunkten aus, die zum Teil dem heutigen Stand der Wiſſenſchaft nicht völlig entſprechen, zum Teil dadurch entwertet worden ſind, daß zwiſchen den geſonderten

Gruppen Verbindungsglieder eingeschaltet wurden, welche eine klare Unterscheidung hindern. So wird die von *Zeuner* eingeführte Einteilung in Kaltluftmaschinen und Kaltdampfmaschinen in dem Augenblick hinfällig, in dem wir die Luft, welche des Titels eines „permanenten Gases" ja längst durch die Wissenschaft entkleidet wurde, auch in der Kältemaschine Eigenschaften betätigen sehen, welche die kondensierbaren Gase als Dämpfe kennzeichnen.

Dem vorliegenden Zweck wird es entsprechen, wenn wir, von feineren Unterscheidungen absehend, die Kältemaschinen zur rechten und zur linken trennen, hier solche, denen eine gewerbliche Bedeutung zur Zeit nur in geringem Maße beigemessen werden kann, dort diejenigen, welche die Träger der heutigen Bedeutung der Kälteindustrie sind.

Dieser Vorgang enthebt uns gleichzeitig der Schwierigkeit, der Störung der Klassifikation durch die obenerwähnten Zwittergebilde Rechnung tragen zu müssen; denn diese, die kombinierten Absorbtions-Kompressions-Kältemaschinen, haben sich eine gewerbliche Bedeutung nicht errungen.

216. Absorbtions-Kälte-maschinen.

α) Den Absorbtions-Kältemaschinen muß eine geringe gewerbliche Bedeutung zugesprochen werden. Die letztere (nicht sowohl ihre Entstehung überhaupt) verdanken sie dem rühmlichst bekannten Erfinder *Carré*, der 1862 die erste kontinuierlich arbeitende Kältemaschine dieses Systems hervorbrachte, welche der gleichzeitig in ihrer Entwickelung begriffenen Kaltluftmaschine durch einen wesentlich höheren Nutzeffekt den Rang ablief. Das ziemlich verwickelte System der *Carré*'schen Absorbtionsmaschine sei in folgendem möglichst kurz geschildert. Als aktive Körper arbeiten in derselben Ammoniak (NH_3) und Wasser, als passiver eine schwer gefrierbare Flüssigkeit (Soole).

Verflüssigtes NH_3 wird in einem Röhrensystem niedrigem Druck ausgesetzt; die sich entwickelnden gesättigten NH_3-Dämpfe bedingen die in diesem Apparat, dem Verdampfer oder Refrigerator, herrschende Temperatur, da diese ja bei den gesättigten Dämpfen eine Funktion des Druckes ist. Der entwickelte NH_3-Dampf wird von kaltem Wasser begierig absorbiert, wodurch einer Drucksteigerung des ersteren vorgebeugt und seine Temperatur auf der gewünschten Tiefe, z. B. -10 Grad C., erhalten wird. Das verdampfende kalte NH_3 entzieht dabei seiner Umgebung (Soole) beständig Wärme und erhält diese auf einer Temperatur, die bei richtiger Abmessung der Rohroberfläche nur um einige Grade höher liegt als diejenige des NH_3, z. B. -7 Grad C. Die Absorbtion des entwickelten NH_3-Dampfes geschieht in einem zweiten Gefäß, dem Absorber, welcher mit möglichst kalter und schwacher, daher absorbtionsfähiger Lösung von NH_3 in Wasser gespeist und außerdem durch eine Rohrschlange durchströmendes Wasser gekühlt wird; durch letzteres wird die den Absorbtionsvorgang begleitende Wärmeentwickelung unschädlich gemacht. Die gesättigte Ammoniaklösung wird aus dem Absorber in den unter höherem Druck stehenden Kocher übergepumpt; in diesem wird durch Heizung (mittels Dampfschlange) das NH_3 zum großen Teil aus der Lösung ausgetrieben und tritt als Dampf mit hoher Temperatur in den Kondensator, woselbst seine Abkühlung und Verflüssigung erfolgt. In tropfbarem Zustand gelangt das NH_3 durch ein Drosselventil in den Verdampfer zurück, womit der die Kontinuierlichkeit des Betriebes ermöglichende Kreislauf geschlossen ist. Das Drosselventil regelt den im Verdampfer herrschenden Druck und zugleich die Temperatur, weshalb es Regulierventil heißt. Im Kocher bleibt heißer Salmiakgeist zurück, welcher wieder in den Absorber zurückzuführen ist behufs neuerlicher Anreicherung mit NH_3. Zweckmäßigerweise wird zwischen dem Absorber und dem Kocher ein

Apparat eingeſchaltet, in welchem ein angenäherter Temperaturausgleich zwiſchen der kalten geſättigten Löſung einerſeits und der heißen erſchöpften andererſeits ſtattfindet, wodurch erſtere koſtenlos vorgewärmt, letztere vorgekühlt wird. Dieſer Apparat, der Temperaturwechſler, bewirkt eine Erſparung an Brennſtoff, ſowie an Kühlwaſſer.

Mancherlei Hinzufügungen, welche die Abſorbtionsmaſchine ſeit *Carré* erfahren hat, können wir übergehen, da dieſelben keine bedeutende Verbeſſerung des Nutzeffekts herbeizuführen vermochten. Jedenfalls haben dieſe Hinzufügungen der Abſorbtionsmaſchine nicht die Möglichkeit geboten, mit der bald nach ihr auf den Plan tretenden Kompreſſions-Kaltdampfmaſchine erfolgreich in Wettbewerb zu treten, da letztere einen weit geringeren Bedarf an Brennſtoff und an Kühlwaſſer erforderte[382]).

Ein dem *Carre*'ſchen verwandtes Syſtem bilden die Waſſerdampf-Abſorbtionsmaſchinen; ihre gewerbliche Bedeutung iſt jedoch in noch beſcheideneren Grenzen geblieben. Dieſe Maſchinen ſind als „Vakuum-Maſchinen“ allgemein, wenn auch nicht gerade rühmlich, bekannt geworden; ſie können eigentlich nur als Laboratoriumsapparate bezeichnet werden, weil einer der in ihnen aktiven Körper, konzentrierte Schwefelſäure, in der Behandlung durch gewerbliche Arbeiter leicht ſeine zerſtörenden Eigenſchaften unangenehm geltend macht, und weil der andere aktive Körper, Waſſerdampf, ſehr ſchwer in denjenigen Zuſtand zu bringen iſt, in welchem er Wärme bei tiefer Temperatur aufnehmen kann. Hierzu iſt nämlich die Erniedrigung der Dampfſpannung auf 1 bis 2 ^{mm} Queckſilberſäule erforderlich; die kontinuierliche Erhaltung eines ſo niedrigen Druckes im Verdampfer iſt überhaupt nicht gelungen. Deshalb arbeiten dieſe Maſchinen nur intermittierend, was einer gewerblichen Verwendung hinderlich iſt. Ferner iſt das Konzentrieren der ſich beſtändig durch Aufnahme von Waſſerdampf verdünnenden Schwefelſäure eine höchſt unangenehme Verrichtung, und ſchließlich erfordern dieſe Maſchinen Ausgaben für Reparaturen, deren Höhe mit der Nutzleiſtung in keinem rationellen Verhältnis ſteht. Von einer Beſchreibung dieſer Maſchinen möge daher an dieſer Stelle abgeſehen werden. 217. Waſſerdampf-Abſorbtions-maſchinen.

Nicht ganz mit Stillſchweigen übergehen können wir die oben bereits erwähnten Kaltluftmaſchinen. Ihr Todesurteil iſt zwar ſchon wiederholt ausgeſprochen worden; aber ſie leben trotzdem weiter und behaupten ſich als Kälteerzeuger im Bereich der ruſſiſchen und amerikaniſchen Kriegsflotten, und zwar aus dem Grunde, weil der in ihnen aktive Körper, die atmoſphäriſche Luft, in ſeiner Billigkeit und Harmloſigkeit unerreicht daſteht. Hierdurch können allerdings nur unter ganz beſonderen Umſtänden und teilweiſe die Mängel aufgehoben werden, welche den Kaltluftmaſchinen in ihrer bisherigen Geſtaltung und Wirkungsweiſe anhaften. Letztere wird dadurch gekennzeichnet, daß Luft in einem Kompreſſor verdichtet wird, um ſich nach erfolgter Wiederabkühlung in einem Expanſionszylinder unter Arbeitsleiſtung und Selbſtabkühlung wieder auszudehnen. Nun ergeben alle Maſchinen, bei denen ſich ein Kreisprozeß wechſelweiſe in einem Kompreſſions- und einem Expanſionszylinder vollzieht, erfahrungsmäßig einen ſchlechten mechaniſchen Wirkungsgrad, welcher alle theoretiſchen Vorteile ſolcher Kreisprozeſſe illuſoriſch macht. Dazu kommt bei den Kaltluftmaſchinen noch der Übelſtand, daß wegen der geringen Wärmekapazität der atmoſphäriſchen Luft relativ ungeheure Mengen derſelben herangezogen werden müſſen, um eine ge- 218. Kaltluft-maſchinen.

[382]) Abſorbtionsmaſchinen der beſchriebenen Art werden zur Zeit noch gebaut von den Firmen *Vaas & Littmann* in Halle, *Wegelin & Hübner* ebendaſelbſt u. a.)

nügende Kälteleiſtung zu erhalten. 1 ^{cbm} Luft nimmt nämlich bei Erwärmung um 1 Grad C. nur 0,3 Wärmeeinheiten auf; aus dieſer geringen Wärmeaufnahmsfähigkeit ergibt ſich die Notwendigkeit, einerſeits unförmlich große Maſchinen zu verwenden, andererſeits die Selbſtabkühlung der Luft auf eine ſehr tiefe Temperatur zu treiben. Erſteres verſchlechtert den mechaniſchen, letzteres den theoretiſchen Wirkungsgrad der Maſchinen; das Produkt aus dieſen beiden iſt eine ſo armſelige Leiſtung, daß das obenerwähnte Todesurteil dieſer Art von Kaltluftmaſchinen berechtigt erſcheint. Doch iſt es nicht ausgeſchloſſen, daß, wie ein Phönix aus der Aſche, eine auf völlig abgeänderten Grundgedanken beruhende Kaltluftmaſchine entſtehen kann, um den heute das Feld beherrſchenden Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen gewiſſe Gebiete mit Recht ſtreitig zu machen.

219. Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen.

β) Die Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen bilden eine Familie, deren Glieder, untereinander ſehr ähnlich, Gegenſtände eines erbitterten Kampfes um den Vorrang ſind. Der große Erfolg dieſer Maſchinen ſcheint dem Wahrwort zu widerſprechen, daß nur Einigkeit ſtark mache. Doch erkennt man bei näherer Betrachtung, daß der große Erfolg durch die ſiegreiche Verbreitung des einen Syſtems über die Erde bereits geſichert war, als die verwandten Syſteme anfingen, ihm ſeine Überlegenheit mit allen Mitteln ſtreitig zu machen.

Jenes zuerſt zu hoher Vollkommenheit und internationaler Verbreitung gelangte Syſtem iſt das der „Geſellſchaft für *Linde*'s Eismaſchinen", deren Kühlanlagen heute in der ſtattlichen Zahl von 5000 über die ganze Erde verbreitet ſind. Die Konſtruktionen der „Geſellſchaft *Linde*" ſind bis in die Einzelheiten für alle Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen typiſch geblieben, weshalb ſich die beſchreibende Literatur auch im weſentlichen auf die genauere Darſtellung dieſes einen Syſtems beſchränkt.

Für die in folgendem zu ſchildernden Kälteerzeugungsmaſchinen kommen heute noch folgende Stoffe als aktive Körper in Betracht: Ammoniak (NH_3), Kohlenſäure (CO_2) und ſchwefelige Säure (SO_2), während die ſog. *Piktet*-Flüſſigkeit (SO_2 mit Beimiſchung einiger Prozente CO_2), ferner Methyläther, Schwefelkohlenſtoff, Schwefeläther u. a. als weniger geeignet außer Gebrauch gekommen ſind.

Die Kälteerzeugung geſchieht unter Verdampfung der flüchtigen Flüſſigkeiten und beruht auf der Abhängigkeit der Dampftemperatur von der Dampfſpannung, welche folgende Tabelle zeigt:

Temperatur		Abſoluter Druck des geſättigten Dampfes		
		Ammoniak	Kohlenſäure	Schwefelige Säure
Verdampfer	−30°	1,19	15,00	0,39
	−20	1,90	20,30	0,65
	−10	2,92	27,10	1,03
	−5	3,58	31,00	1,29
	±0	4,35	35,40	1,58
Kondenſator	+10	6,27	45,70	2,34
	+20	8,79	58,10	3,35
	+30	12,01	73,10	4,67
Grad C.		Kilogr.-Quadr.-Centimeter.		

Die Ziffern dieſer Tabelle bei der nachfolgenden Beſchreibung des Arbeitsvorganges in den Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen im Auge behaltend, erkennen wir, daß den drei zu betrachtenden Dämpfen bei ihren während des Kreisprozeſſes vorkommenden Temperaturen durchaus verſchiedene Drücke eigentümlich ſind, und zwar arbeiten die Ammoniakmaſchinen mit ſolchen Preſſungen, an welche wir durch die heutigen Dampfmaſchinen gewohnt ſind, während die Kohlenſäuremaſchinen weſentlich höhere, die Schwefeligſäuremaſchinen aber niedrigere Spannungen aufweiſen.

Gehen wir, wie bei Betrachtung der Abſorbtionsmaſchine, von demjenigen Apparat aus, in welchem die Kälte erzeugt wird, dem Verdampfer. Derſelbe beſteht aus einem Syſtem eiſerner oder kupferner Rohrſchlangen, welche an ihrem einen Ende mit der flüchtigen Flüſſigkeit geſpeiſt werden, während am anderen Ende der entwickelte Dampf abgeſaugt wird; dieſe Zwangsverdampfung bei niedriger Temperatur erfolgt unter Aufnahme eines Teiles der Wärme des die Verdampferſpiralen umgebenden paſſiven Kältemediums (Luft, Soole, Süßwaſſer u. a.).

Der Kompreſſor ſaugt die entwickelten Dämpfe an und verdichtet ſie unter gleichzeitiger Temperaturerhöhung. Das Maß der letzteren hängt davon ab, ob die den Verdampfer verlaſſenden Dämpfe noch Partikel der tropfbaren Flüſſigkeit enthalten, ob ſie gerade trocken geſättigt oder bereits überhitzt ſind. Trifft der erſte Fall zu, ſo arbeitet die Maſchine mit naſſem Kompreſſorgang, in den beiden letzteren mit trockenem Kompreſſorgang. Äußerliche Kennzeichen des einen oder des anderen iſt die Temperatur der Rohre, durch welche der verdichtete Dampf den Kompreſſor wieder verläßt: beim mäßig naſſen Kompreſſorgang, wie er bei Ammoniakmaſchinen rückſichtlich der Gleichmäßigkeit des Betriebes meiſt bevorzugt wird, fühlen ſich die Druckrohre des Kompreſſors handwarm an; beim überhitzten Kompreſſorgang ſind die Druckrohre mehr oder weniger heiß. Letzterer Zuſtand herrſcht bei den Schwefeligſäuremaſchinen vor.

Die Theorie lehrt eine gewiſſe Steigerung des Wirkungsgrades als Ergebnis der Überhitzung; aus praktiſchen Gründen, unter denen auch die Rückſicht auf die möglichſt lange Lebensdauer der Maſchine eine Rolle ſpielt, iſt der mäßig naſſe Kompreſſorgang vorzuziehen.

Der Kondenſator nimmt die vom Kompreſſor fortgeſchafften Dämpfe auf und führt ſie in den flüſſigen Zuſtand zurück. Der Druck und die Temperatur während dieſes Vorganges ſind abhängig von der Ablauftemperatur des am Kondenſator wirkſamen Kühlwaſſers; dieſe wiederum hängt ab von der Anfangstemperatur und Menge desſelben und ſollte die Temperatur der umgebenden Atmoſphäre womöglich nicht überſchreiten. Genügt die Waſſermenge nicht, um ohne Überſchreitung dieſer Temperatur die vom Kondenſator abzuleitende Wärme in ſich aufzunehmen, ſo nimmt man die Zuflucht zu Verdunſtungskondenſatoren, welche einen Teil des Kühlwaſſers in der den Apparat frei umſpülenden Luft verdunſten laſſen, wobei die Niederſchlagstemperatur des Kältemediums günſtigenfalls die Höhe der Lufttemperatur annimmt. Daher iſt die im Kondenſator der Kältemaſchine herrſchende Spannung abhängig von der Temperatur des Kühlwaſſers oder der umgebenden Luft.

Mit dem Kondenſatordruck, welcher vom Kolben des Kompreſſors auf ſeinem größten Wege zu überwinden iſt, wächſt die aufzuwendende Betriebsarbeit; daher iſt in warmen und waſſerarmen Regionen das Verhältnis der erzeugten Kälte zur aufgewendeten Energie ein ſchlechteres als in Gegenden mit reichlichem und kaltem Kühlwaſſer. Immerhin erſcheint es aber als große Errungenſchaft, daß es

gelungen ist, auch in völlig wasserarmen Plätzen den Betrieb der Kühlmaschinen aufrecht zu erhalten.

Das Regulierventil vermittelt bei den in Rede stehenden Maschinen in genau derselben Weise wie bei den Absorbtionskältemaschinen den Übergang der im Kondensator stärker gepreßten Flüssigkeit in den unter niedrigerem Druck stehenden Verdampfer. An Stelle des einfachen Drosselventils führte *Linde* bei größeren Maschinen selbsttätige Ammoniakverteiler ein, welche jeder der (oft in sehr großer Anzahl in Parallelschaltung den Verdampfer bildenden) Spiralen ihre gemessene Menge der Kälteflüssigkeit zuführt. In ähnlicher Weise wird auch bei kleinen Maschinen, welche, wie es auf Schiffen oft geschieht, während des Betriebes sich selbst überlassen bleiben, das von Hand zu bedienende Regulierventil durch einen selbsttätig regulierenden Speiseapparat ersetzt.

Die Kompressionskältemaschine besteht nach obigem aus vier den kontinuierlichen Arbeitsvorgang bestimmenden Organen: dem Verdampfer, dem Kompressor, dem Kondensator und der Reguliervorrichtung.

Für die Konstruktion dieser Teile der Kühlanlage sind die physikalischen und chemischen Eigenschaften der in Betracht kommenden Dämpfe maßgebend. In chemisch reinem Zustand greifen weder NH_3, noch CO_2 und SO_2 die im Maschinenbau verwendeten Metalle an. Mit gewissen Verunreinigungen aber wirkt NH_3 auf Kupfer, SO_2 auf Eisen zerstörend ein. Man vermeidet daher mit Rücksicht auf die Möglichkeit solcher Verunreinigungen bei NH_3-Maschinen Kupfer und Bronze und führt dagegen bei SO_2-Maschinen diejenigen Apparate, bei denen große Metallflächen bei möglichst geringer Wandstärke mit der Säure in Berührung bleiben, also die Verdampfer oder Kondensatoren aus Kupfer aus.

220. Aufgabe und Wirkung der Schmierstoffe.

Eine entschieden unangenehmere Eigenschaft der schwefeligen Säure ist ihre zerstörende Wirkung auf alle Schmiermaterialien, welche es völlig unmöglich macht, die Reibflächen der Kompressoren in der bei allen ähnlichen Maschinen erforderlichen Weise zu schmieren. Durch den Mangel an Schmierung des Zylinders und der Stopfbüchse bei Schwefeligsäuremaschinen erfährt die Konstruktion und Bedienung der letzteren einige nicht gerade wünschenswerte Komplikationen, so die innere Kühlung der Zylinderwandung und besonders die Kühlung der hohl auszuführenden Kolbenstange, der das nötige Kühlwasser durch Gummischläuche zugeführt wird. Diese beim Betrieb der Maschine hin- und herschlenkernden Schläuche erwecken auf Laien und Fachleute den Eindruck eines Notbehelfes, welcher tatsächlich darin liegt, daß man durch Niederschlag von etwas schwefeliger Säure an den gekühlten Metallflächen wenigstens einen notdürftigen Grad von Schmierung herbeiführen muß.

Die Ammoniak- und Kohlensäuremaschinen können mit Öl und, in besonderen Fällen, mit Glyzerin geschmiert werden, und es wird stets von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, trotzdem man auch bei diesen Maschinen das verflüssigte Kältemedium als Notschmiermittel im Zylinder zur Verfügung hat. Der Grund liegt besonders darin, daß das ölige Schmiermittel nicht nur den Reibungswiderstand in der Stopfbüchse und den Kolben und damit die Abnutzung der Kolbenstange und der inneren Zylinderwand bewirkt, sondern gleichzeitig als Sperrflüssigkeit dient.

Von grundlegender Wichtigkeit ist diese Wirkung des Schmieröles in der Stopfbüchse, welche nach *Linde*'s Vorgang jetzt von fast allen Erbauern von NH_3-Kältemaschinen in folgender Weise ausgeführt wird. Die Mitte des Packungsraumes der Stopfbüchse nimmt die sog. Laterne ein, ein Doppelring, welcher einen

Hohlraum zwischen dem vorderen und dem hinteren Teil der Packung schafft. Dieser Hohlraum wird mit dem zur Schmierung des Kompressors geeigneten Öl gefüllt erhalten und ferner durch Verbindung mit der Saugleitung des Kompressors auf geringen Druck gebracht. Diese Vorrichtung ermöglicht, bei nur schwacher Pressung der Stopfbüchspackung völlig dichten Abschluß zu erzielen; die Kolbenstange arbeitet bei geringster Reibung ohne fühlbare Erwärmung, und die Stopfbüchse behält mit einmaliger Packung lange Zeit hindurch ihre Wirksamkeit. Die *Linde*'sche Stopfbüchskonstruktion stellt die glänzende Lösung einer Frage dar, die — nur scheinbar nebensächlich — die Betriebssicherheit der Kühlmaschine bedingt. Dieselbe Ausführung findet sich daher bei den anderen Konstrukteuren von NH_3-Maschinen wieder mit nur äußerlichen Abweichungen. Ein Zusatz der Firma *Fixary* in Paris besteht darin, daß man das Öl im Laternenraum durch Ammoniakverdampfung zum Gefrieren bringen kann; die Abdichtung wird dadurch nicht verbessert, und so begnügt sich die *Fixary*'sche Konstruktion und die wieder von ihr abgeleiteten Varianten mit der gegebenen Möglichkeit, auf etwaigen Wunsch das Öl in der Stopfbüchse zum Erstarren bringen zu können.

Die Gleitfläche des Kompressorzylinders, sowie die Ventile brauchen nicht unmittelbar geschmiert zu werden, da durch die Kolbenstange eine genügende Menge Öl in den Zylinder hereingezogen wird, wo es eine zweite, nicht minder wichtige Funktion erfüllt. Erfahrungsmäßig bilden trockene Metallflächen, die nur leicht aufeinander gepreßt werden, eine nicht genügende Abdichtung gegen Dämpfe; überzieht man dagegen die Metallflächen mit einer noch so dünnen Schicht irgend einer dickflüssigen Substanz, so wird die Abdichtung eine nahezu vollkommene. In dieser Weise wirkt das Kompressoröl sowohl an der Berührungsstelle zwischen Kolbenringen und Zylinderwand, wie besonders an den Sitzflächen der Ventile als Sperrflüssigkeit, welche Undichtheiten verhindert. Undichtheiten an den genannten Stellen aber sind von schädlichstem Einfluß auf den Wirkungsgrad der Kühlmaschine, weil dieselben dem arbeitenden Dampf gestatten, sich, seinem vorgeschriebenen Weg entziehend, nach rückwärts durchzubrechen und dadurch auch den Arbeitsvorgang der nachfolgenden Dampfmengen zu stören.

Die Schmierung mit Öl oder Glyzerin kann jedoch, indem sie zur Beseitigung der genannten Schwierigkeiten wirksam verhilft, an anderer Stelle Störungen verursachen, wenn nicht sichere Vorsichtsmaßregeln getroffen werden, welche das Schmiermittel zwingen, sich zu entfernen, sobald es seine Schuldigkeit getan hat.

Ein vollkommenes Maschinensystem hat die Aufgabe, sich dauernd selbst auf der Höhe der Wirksamkeit zu erhalten, ohne beständige Nachhilfe von Menschenhand. Deshalb bildet die selbsttätige Ausscheidung des Öles an der richtigen Stelle eine Aufgabe, welche an Wichtigkeit der oben genannten nicht nachsteht. Auch diese Aufgabe erscheint durch die Konstruktionen der „Gesellschaft für *Linde*'s Eismaschinen“ zuerst und am vollkommensten gelöst. Bevor das den Kompressor verlassende Ammoniak in den Kondensator eintritt, wird es im Ölabscheider von allen mitgerissenen Ölteilchen befreit; eine automatische Schöpfvorrichtung führt nun das Öl in ein geschlossenes, von außen gelinde geheiztes Gefäß, in welchem die geringen Mengen von Ammoniak, welche vom Öl absorbiert wurden, ausgetrieben werden, um durch den Kompressor in den geschlossenen Kreislauf zurückzukehren. Das ausgeschiedene Öl wird gereinigt und wieder verwendet. Die beschriebene Vorrichtung wirkt selbsttätig und macht daher die dauernde Betriebssicherheit der mit ihr versehenen Maschinen unabhängig von der Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals.

Kühlmaschinen, denen die genannte Vorrichtung zur Ölabsonderung fehlt, sind der Gefahr ausgesetzt, durch Verschmierung der Rohrschlangen des Kondensators und Verdampfers nicht nur an ihrer Kälteleistung allmählich einzubüßen, sondern auch Betriebsstörungen zu erleiden.

In dem erzwungenen Verzicht auf diese bedeutungsvollen Wirkungen des eingeführten Schmiermittels ist zweifellos einer der Gründe der Unbeliebtheit der Schwefeligsäuremaschinen zu erblicken. Die unverhältnismäßig geringe Anzahl der ausgeführten Maschinen dieses Systems gegenüber den Ammoniakmaschinen wird mit Unrecht dadurch zu erklären versucht, daß die Entwickelung der SO_2-Maschinen erst im letzten Jahrzehnt stattgefunden habe. Dem gegenüber muß festgestellt werden, daß die beiden genannten Systeme gleichzeitig entstanden sind und unter gleichen Bedingungen gepflegt und ausgebreitet wurden, allerdings mit sehr verschiedenem Erfolg, indem sich die während der drei Jahrzehnte erzielte Verbreitung des Ammoniaksystems zu derjenigen des Schwefeligsäuresystems wie 10 : 1 verhält.

221. Wertschätzung der drei Maschinensysteme.

Da die Unterschiedlichkeit der drei heute in Frage kommenden Systeme der Kompressions-Kaltdampfmaschinen die Aufmerksamkeit der mit Kühlanlagen Beschäftigten in hohem Maße in Anspruch nimmt, sei es gestattet, zu dieser Frage kurz in folgendem Stellung zu nehmen.

Der Wirkungsgrad der drei Systeme ergibt sich auf Grund theoretischer Berechnungen, welche sich auf den vollkommenen Arbeitsvorgang aufbauen, als ganz gleichwertig; die Unterschiedlichkeit folgt daher aus der mehr oder weniger schädlichen Wirkung, welche die unvermeidlichen Abirrungen vom theoretisch richtigen Kreisprozeß nach sich ziehen.

Die Überschreitung der günstigen Druckgrenzen tritt am nachteiligsten auf bei den SO_2-Maschinen; die geringe Dichte der schwefeligen Säure erfordert sehr große Ventile und bedingt die größten Ventilwiderstände.

Die Undichtheiten, wenn auch anfänglich nur in geringem Maß vorhanden, machen sich mit der Zeit durch Verschlechterung des Wirkungsgrades fühlbar bei den Maschinen, welche ohne geeignetes Schmiermittel arbeiten (SO_2).

Die Nutzleistung wird vermindert durch den Reibungswiderstand der Maschinen; letzterer wächst sowohl mit dem Reibungskoeffizienten, wie mit dem Hubvolum der Maschine. In dieser Hinsicht steht die SO_2-Maschine am ungünstigsten da; ihr Hubvolumen ist 2,70 mal so groß als dasjenige der NH_3-Maschinen; der Reibungskoeffizient ist wegen des Wegfalles des Schmiermittels bei SO_2-Maschinen am größten.

Bei den Kohlensäuremaschinen beträgt das Hubvolum zwar nur den vierten Teil desjenigen der Ammoniakmaschinen; dennoch ist der Reibungswiderstand bei ersteren größer als bei letzteren, da die Kohlensäurekompressoren in der Regel nur einfach wirkend sind (also beim Rückgang des Kolbens nur Reibungsarbeit verrichten); zweitens bedingen die bedeutenden Kompressionsdrücke Abdichtung der Kolben mit Lederstulpen, welche einen bedeutend höheren Reibungswiderstand ergeben als die metallenen Kolbenringe, welche bei den beiden anderen Maschinensystemen Verwendung finden.

Die genannten unvermeidlichen Effektverluste fallen bei der Ammoniakmaschine am geringsten aus; jedoch ist der Unterschied, welcher sich bei Versuchen an eingelaufenen Maschinen der drei Systeme im praktischen Betriebe zu Gunsten der Ammoniakmaschine ergeben hat, nicht bedeutend genug, um die allgemeine Bevorzugung dieses Systems ganz zu erklären.

Die Kohlensäuremaschine, bei reichlichem und kaltem Kühlwasser den beiden übrigen Maschinensystemen annähernd gleichwertig, erleidet eine sehr schnelle Verminderung ihres Nutzeffekts, sobald die Temperatur des Kühlwassers im Kondensator über die normale Höhe (15 bis 20 Grad C.) steigt.

Beim Schwefeligsäuresystem sind es dagegen wohl Bedenken bezüglich der Lebensdauer der Maschinen, welche der allgemeinen Verbreitung derselben entgegenstehen. Als ein Nachteil dieses Systems ist von vornherein erkannt worden, daß dieselben während eines Teiles des Kolbenhubes unter einem Druck arbeiten, der geringer ist als der äußere Luftdruck. Durch alle möglichen Undichtheiten, besonders an der Stopfbüchse, kann daher Luft samt dem in ihr enthaltenen Wasser in das geschlossene System eingesaugt werden; hierdurch wird der Nutzeffekt verschlechtert, und die an sich harmlose schwefelige Säure geht Verbindungen ein, die den Metallen verderblich werden können.

Die Betrachtung über die Gleichwertigkeit der drei Maschinensysteme möge mit der Erklärung abgeschlossen werden, daß von einer drohenden Explosionsgefahr bei keiner derselben gesprochen werden kann. Zerstörungen können bei jeder beliebigen Maschinenanlage vorkommen; abgesehen von Konstruktions- und Materialfehlern sind dieselben aber stets Folgen unglücklicher Zufälle, meist einer Verkettung von solchen. Naturgemäß kann unvorsichtige Handhabung bei Kohlensäure wegen des viel höheren Druckes derselben leichter zu Zerstörungen führen als bei Ammoniak und bei schwefeliger Säure.

Mit der sonstigen Schädlichkeit der drei Dämpfe verhält es sich gerade so wie mit der Explosionsgefahr. Nur infolge von Fehlern kann der in der Kühlmaschine arbeitende Dampf entschlüpfen und dem menschlichen Organismus und unter Umständen den in der Kühlanlage befindlichen Gütern Schaden zufügen. Sehr wichtig ist daher, daß solche Fehler sofort erkannt werden, und dies geschieht bei NH_3 und SO_2 in wünschenswerter Weise durch den stechenden Geruch; bei der geruchlosen CO_2 ist das Auffinden von Undichtheiten sehr erschwert, weshalb diese Maschinen erfahrungsmäßig einen viel größeren Verlust an ihrer Füllung erleiden als die beiden anderen. Flüssige Kohlensäure ist zwar an den meisten Orten billiger als reines flüssiges Ammoniak; doch lohnt es sich nicht, bei der Abschätzung der verschiedenen Systeme über die Kosten der Nachfüllung zu reden; diese beträgt nämlich bei Ammoniakmaschinen nicht mehr als $^1/_2$ bis 1 Vomhundert der jährlichen Betriebskosten.

Viel größer als die Unterschiedlichkeit, welche sich aus den Eigentümlichkeiten der arbeitenden Dämpfe ergibt, ist der Unterschied in der Güte der Ausführungen, welcher aus der größeren oder geringeren Erfahrung, der Zuverlässigkeit und den verfügbaren Hilfsmitteln des Erbauers der Kühlanlage folgt. Die richtige Berechnung aller Teile einer Kühlanlage, die günstige Verteilung der Maschinen und Apparate, die Anordnung des oft gewaltigen Netzes der Rohrleitungen, die Systeme von Luftkanälen in Verbindung mit Ventilatoren, alle diese Fragen, deren jede einzelne für die Erfüllung der gestellten Aufgabe bestimmend ist, erforderten zweifellos in erster Linie ein gründliches Studieren aller einschlägigen Gesetze der Physik und der Technik; aber ebenso segensreich war das unermüdliche Probieren, das Ansammeln praktischer Erfahrungen.

Wenn die Technik der Kälteerzeugung der Gegenwart keine bedeutenden Verbesserungen mehr übrig gelassen zu haben scheint, so ist dies nicht zum geringsten dem Umstande zu verdanken, daß seit der Entstehung der Kälteindustrie die „Gesellschaft für *Linde*'s Eismaschinen" in Wiesbaden alle ihre Kräfte und

Hilfsmittel ausſchließlich der Ausbildung dieſer Induſtrie gewidmet hat; ihre guten Erfolge haben einen faſt zu hitzigen Wettbewerb um die Palme des Fortſchrittes angeregt; die Zahl der Firmen, welche Kühlanlagen ausführen, wächſt beſtändig und macht es ſchon heute unmöglich, eine Überſicht derſelben an dieſer Stelle zu geben.

2) Kälteverwendung.

α) Mechaniſch-techniſcher Teil der Kühlanlagen.

222. Verwendungsgebiete.

Das Verwendungsgebiet der künſtlich erzeugten Kälte hat längſt einen bedeutenden Umfang angenommen.

Nachdem die Kaltluftmaſchinen den Dienſt der Fleiſchkonſervierung und des Transports gefrorenen Fleiſches über das Weltmeer verſehen hatten, fanden die jetzt das ganze Gebiet beherrſchenden Kompreſſions-Kaltdampfmaſchinen zuerſt in der Bierbrauerei-Induſtrie Verwendung; dieſe hat ſich im Laufe der Zeit an die künſtlichen Kühleinrichtungen in dem Maße angepaßt, daß ſich gegenwärtig nur noch die kleinſten Brauereien ohne Kühlmaſchinen behelfen. Über Brauereikühlanlagen iſt in Teil IV, Halbband 3 (Abt. III, Abſchn. 2, unter C) dieſes „Handbuches“ die Rede.

Kühlhäuſer für Fleiſch finden ſich heute bei den Schlachthöfen aller größeren und mittleren Städte, ſelbſt vieler Kleinſtädte; ihre hohe Bedeutung für das Gemeinwohl iſt längſt erkannt; ihre Unentbehrlichkeit bei Schlachthöfen iſt oft von Autoritäten betont worden. Über die Kühlhäuſer der Schlachthöfe handelt eingehend der Teil IV, Halbband 3 (Abt. III, Abſchn. 2, unter A) dieſes „Handbuches“.

Die Kühlanlagen bei Markthallen ſind den letztgenannten in Zweck und Ausführung ganz ähnlich; die Fleiſchkühlanlagen auf Seeſchiffen mögen trotz ihrer großen wirtſchaftlichen Bedeutung an dieſer Stelle nur kurz erwähnt werden.

Die nächſtwichtige Stelle nehmen die Eisfabriken ein; bei dieſen wird die ganze im Verdampfer entſtehende Kälte durch Salzwaſſer an Süßwaſſer übertragen, welches in eiſerne Gefrierzellen eingefüllt wurde. Der zur Eiserzeugung dienende Apparat, kurzweg Generator genannt, iſt meiſt mit dem Verdampfer vereinigt und beſitzt außerdem eine Reihe von Vorrichtungen, welche die raſche und ſichere Füllung und Entleerung der in Reihen verbundenen Gefrierzellen ermöglicht. In baulicher Hinſicht bieten die Eisfabriken kein beſonderes Intereſſe.

In den Molkereien finden Kühlanlagen zur Luftkühlung und Milchkonſervierung Verwendung; in Kunſtbutterfabriken wird künſtlich abgekühltes Süßwaſſer verwendet.

In chemiſchen Fabriken liegen meiſt beſondere Aufgaben vor, denen ein ſpeziell zu konſtruierender Verdampfer gerecht wird; meiſt handelt es ſich um raſche Abkühlung von Löſungen, um Auskriſtalliſieren von Salzen, um Verflüſſigung von Gaſen u. a.

In Schokoladefabriken wird die Kälte zunächſt an Luft übertragen; in den auf + 2 bis + 5 Grad C. erhaltenen Räumen wird die in eiſerne Formen gegoſſene Schokolade raſch zum Erſtarren gebracht. Die abgekühlte Schokolade darf nicht ſogleich an die warme Außenluft gebracht werden, um keinen Feuchtigkeitsniederſchlag aus derſelben aufzunehmen; vielmehr muß die Schokolade erſt einen Vorwärmraum paſſieren, in welchem die Kühlmaſchine eine Übergangstemperatur und einen höheren Trockenheitsgrad erzeugt.

In Zuckerraffinerien, Champagnerfabriken u. a. handelt es ſich um Abkühlung von Flüſſigkeiten, in Stearinfabriken, Gummifabriken u. a. um Spezialzwecke.

Eine befondere Stellung nehmen die künftlichen Eisbahnen ein, welche in überdachten Räumen bei einer Lufttemperatur von etwa + 15 Grad C. durch Kühlmafchinen hergeftellt und erhalten werden. Früher verwendete man ein fehr dichtes Netz von Röhren, welches von kalter Flüffigkeit durchftrömt wurde und das in flacher Schicht darauf gebrachte Süßwaffer zum Gefrieren brachte. Die fo hergeftellten Eisbahnen verlieren aber bei der Abnutzung durch die Schlittfchuhe die glatte Oberfläche, weil die den Rohren zunächft liegenden Teilchen des Eifes am härteften find, die weiter entfernt liegenden aber weicher. Die neue Konftruktion der *Linde*'fchen Eisbahnen befteht darin, daß ein mit Süßwaffer gefülltes Becken in ein zweites, etwas größeres Becken eingebaut ift, welches von kaltem Salzwaffer beftändig durchftrömt wird. Hierbei läßt fich völlig gleichmäßige Verteilung der Kälte über die ganze Fläche erreichen und damit eine überall gleiche Härte der Eisoberfläche, welche dann auch bei der Abnutzung glatt bleibt.

Eine fehr bemerkenswerte Anwendung der Kälte gefchieht noch im Bergbau zur Schachtabteufung und befteht darin, daß das Erdreich in der Umgebung des Schachtes durch lotrecht hineingetriebene, von kalter Flüffigkeit gefpeifte Rohre zum Gefrieren gebracht wird, wodurch eine undurchläffige Schicht gegen nachdrängende Waffer gefchaffen wird; diefe Vorrichtung hat bereits in manchen Fällen die in der Anlage und im Betrieb fo koftfpieligen Wafferhaltungsmafchinen beim Bau tiefer Schächte überflüffig gemacht.

Nach den verfchiedenen Verwendungsarten der künftlich erzeugten Kälte richtet fich die Konftruktion des Verdampfers der Kühlmafchinen. 223. Konftruktion des Verdampfers.

Handelt es fich lediglich um Abkühlung von Luft, fo befteht die einfachfte Löfung darin, daß man den Verdampfer in Form einer genügend langen Rohrfchlange an der Decke des abzukühlenden Raumes aufhängt; die gekühlte Luft finkt herab; aus der Umgebung der Wände und der im Raum abzukühlenden Gegenftände fteigt erwärmte Luft zur Kühlfchlange auf. War die Luft mit Feuchtigkeit ganz oder nahezu gefättigt, fo läßt fie den bei der Abkühlung entftehenden Feuchtigkeitsüberfchuß an der Kühlfchlange zurück, je nach der Temperatur der letzteren als Waffer oder als Reif. Um die Kühlwirkung des Verdampfers nicht zu vermindern, muß verhütet werden, daß der Reifanfatz zu einer dicken Eisumhüllung anwächft; erfterer ift alfo von Zeit zu Zeit abzutauen; dies gefchieht von felbft bei folchen Anlagen, die keine Abkühlung der Luft bis gegen 0 Grad C. erfordern und genügende Betriebsunterbrechungen ermöglichen. Z. B. genügt in gekühlten Krankenfälen, Reftaurants, ferner in Erftarrungsräumen für Schokolade, Gelatine u. a. die nächtliche Betriebspaufe zur Befreiung der Rohre von Reif; das gebildete Schmelzwaffer wird in Tropfrinnen aufgefangen und abgeleitet. Bei tieferer Abkühlung der Luft muß jedoch das Abfchmelzen des Reifes künftlich bewirkt werden. Dies gefchieht am beften nach einem der „Gefellfchaft *Linde*“ patentierten Verfahren, welches geftattet, Teile des Verdampfers auf kurze Zeit mit dem Kondenfator zu einem Syftem zufammenzufchalten; der Reifanfatz fchmilzt augenblicklich unter der Einwirkung des warmen Ammoniaks, welches feinerfeits dadurch eine nützliche Abkühlung erfährt. Diefes Verfahren ift darum fehr wertvoll, weil die Reifbefreiung der Spiralen ohne Betreten der verfchiedenen Kühlräume (Delikateffenlager, Sprengftoffkammern u. a.) vom Mafchinenraum aus erfolgt und keinerlei Wärme- oder Kälteverluft verurfacht; fie ift mit Erfolg felbft in folchen Räumen angewendet, deren Temperatur dauernd auf − 8 Grad C. gehalten wurde; die Anwendbarkeit der „direkten Luftkühlung“ wird durch diefes Abtauverfahren bedeutend erweitert.

Da der Wärmeaustauſch zwiſchen Eiſen und Luft ein viel trägerer iſt als zwiſchen Eiſen und Waſſer, ſo erfordern die Verdampfer zur unmittelbaren Luftkühlung viel größere Oberflächen als zur Salzwaſſerkühlung. Die „Geſellſchaft *Linde*“ erreicht die Vergrößerung der Oberfläche in der Weiſe, daß ſie gußeiſerne Rippenkörper beſonderer Konſtruktion auf den ſchmiedeeiſernen Verdampferrohren befeſtigt.

224. Indirekte Luftkühlung. Die indirekte Luftkühlung benutzt ſtatt der als Verdampfer dienenden Rohrſyſteme ſolche, die mit kalter Soole geſpeiſt werden. Dieſe haben den Vorzug leichterer Temperaturregelung, da die Geſchwindigkeit der durchſtrömenden Soole leichter verändert werden kann als diejenige des in der Kühlmaſchine arbeitenden Dampfes. Die indirekte Luftkühlung wird beſonders dann bevorzugt, wenn ſchon anderweitige Veranlaſſung vorliegt, die im Verdampfer erzeugte Kälte zunächſt an Salzwaſſer zu übertragen, z. B. wenn auch Eis zu erzeugen iſt. Zu dieſer Art Luftkühlung verwendet man entweder Syſteme aus glatten eiſernen (verzinkten) Rohren von etwa 50 mm lichter Weite oder gußeiſerne Rippenrohre, ähnlich den bei Sammelheizungen angewandten; letztere ſind zur Kühlung ſolcher Räume angebracht, in denen nur geringe Mengen Feuchtigkeit frei werden, z. B. in Lagerräumen für gefrorenes Fleiſch, ſowie ſolcher Räume, welche Temperaturen nicht unter 5 Grad C. erfordern (Gärkeller der Bierbrauereien).

Wenn dagegen aus der zu kühlenden Luft größere Mengen Feuchtigkeit abzuführen ſind, und wenn außerdem Staub und die ihm anhaftenden Mikroorganismen und Keime derſelben ſorgfältig zu entfernen ſind, wie z. B. bei den Fleiſchhallen der Schlachthöfe, ſo ſind ſtatt der Kühlrohrſyſteme ſolche Apparate zu verwenden, welche die zu behandelnde Luft in innige Berührung mit der kalten Soole bringen. Die zwei wichtigſten Arten derſelben ſind die Trommelapparate und die Regenapparate, von denen erſtere die beſſeren, letztere die billigeren ſind.

Bei erſteren wird die abzukühlende Luft durch Ventilatoren über große, von der kalten Salzlöſung benetzte Flächen hinweggetrieben, bei letzteren durch einen Salzwaſſerregen geblaſen.

Die „Geſellſchaft für *Linde*'s Eismaſchinen“ hat dieſe Aufgabe durch eine Konſtruktion mit rotierenden Scheibenſyſtemen gelöſt, welche es geſtattet, faſt beliebig große Salzwaſſerflächen unter verhältnismäßig kleiner Raumbeanſpruchung und geringem Arbeitsaufwande in innigſte Berührung mit der Luft zu bringen.

Auf wagrechten, parallel hintereinander liegenden Achſen ſitzen je eine Reihe runder Blechſcheiben derart, daß ſie voneinander einige Centimeter entfernt ſind und auf ihrer unteren Seite in einen mit der kalten Salzlöſung gefüllten Behälter eintauchen. Langſam rotierend bedecken ſich die Blechſcheiben mit einer dünnen Salzlöſungsſchicht und bilden gewiſſermaßen eine Reihe nebeneinander liegender, ſchmaler Kanäle, durch welche die Luft hindurchgeblaſen wird, wobei in bekannter Weiſe ſich der Kühlprozeß vollzieht.

In der Regel wird der Verdampfer unter die Scheibenſyſteme gelegt und dadurch eine beſondere Salzwaſſer-Zirkulationspumpe erſpart.

Eine zweite Löſung der bezeichneten Aufgabe ſtellen die *Linde*'ſchen Verdampfer mit Berieſelung dar. Die Verdampferſpiralen ſind reihenweiſe in parallelen Vertikalebenen oder zylindriſchen Wickelungen angelegt. Über jedem Spiralenſyſtem liegt eine wagrechte Verteilungsrinne für die Salzſoole. Letztere tritt gleichmäßig auf die ganze Länge der Rinne aus, fließt auf die oberſte Spiralenwindung und rieſelt dann an den übrigen Windungen herab, wobei ſie die ganze Spiralenoberfläche mit einer dünnen Schicht bedeckt. Unten ſammelt ſie ſich,

um mittels Pumpe wieder in die Verteilungsrinnen befördert zu werden. Zwischen den so berieselten Spiralen wird die Kühlhausluft hindurchgeblasen. Der obenerwähnte Übelstand des Beschlagens mit Reif wird durch die Berieselung mit Salzlösung gehoben. Die Kälteübertragung ist sonach eine möglichst unmittelbare und fortdauernd gleichmäßige.

Die unmittelbare Berührung zwischen Luft und Soole bietet den Vorteil, daß die nassen Oberflächen stets gleichmäßig kalt und somit stets gleichmäßig befähigt bleiben zur Kühlung, Entfeuchtung und Reinigung der Luft.

Eine Schattenseite dieses Kühlsystems aber ist die durch ständige Verdünnung der Soole bedingte Notwendigkeit ihrer Wiederkonzentration, sei es, daß diese durch Abfluß eines Teiles der verdünnten Lösung und Zusatz frischen Salzes oder durch Eindampfen der verdünnten Lösung erfolgt.

Die Befürchtung, es könnten die der Luft durch das Salzwasser entzogenen Verunreinigungen wieder an dieselbe übertragen werden, ist grundlos, da eine Ansammlung der Verunreinigungen infolge fortwährender Erneuerung der Soole oder der durch das Eindampfen bewirkten Sterilisation unmöglich, eine Vegetation organischer Keime in der Soole undenkbar und außerdem ein mechanisches Mitreißen der letzteren durch die bewegte Luft bei den beschriebenen Apparaten ausgeschlossen ist. Bei denjenigen Apparaten jedoch, in denen an Stelle der Berieselung ein freier Regenfall stattfindet, tritt das Zerstäuben der Soole in der Luft ein, was zur Beschädigung des Kühlgutes führen kann. Daher sind Apparate mit freiem Regenfall nicht zu empfehlen.

Die bei den Trommel- und Berieselungs-Luftkühlern stets angewandte künstliche Ventilation ermöglicht es gleichzeitig, die bei den in Rede stehenden Kühlanlagen durchaus erforderliche Lufterneuerung in zweckmäßigster Weise zu bewirken, indem man die einzuführende Frischluft vor dem Eintritt in die Kühlhallen die erwähnten Apparate passieren läßt und sie dadurch kühlt, trocknet, entstaubt und entkeimt.

Bevor wir die Betrachtung der zur Erzeugung und Verwendung der Kälte dienenden Maschinen und Apparate abschließen, müssen noch einige Zubehörteile kurz erwähnt werden, ohne welche Kühlanlagen nicht bestehen können. In erster Linie gehören hierher die Kraftanlagen. Weitaus am verbreitetsten ist gegenwärtig der Dampfbetrieb, der auch wohl noch eine Reihe von Jahren den Wettbewerb der sog. Verbrennungsmotoren, auch in ihren neuerdings sehr vervollkommneten Formen, aushalten wird. Wenn mit der Kühlanlage die Fabrikation von Kristalleis verbunden werden soll, gewährt der Dampfbetrieb außer seinen sonstigen Vorzügen (Einfachheit und Sicherheit des Betriebes) noch den der kostenlosen Beschaffung des zur Kristalleiserzeugung nötigen Destillats. Die Dampfmaschinen werden meistens mit den Kompressoren durch gemeinsame Kurbelwelle zusammengekuppelt, wodurch die Sparsamkeit und Billigkeit des Betriebes erhöht wird. 225. Zubehörteile.

Die erwähnten vervollkommneten Formen der Verbrennungsmotoren sind der mit Naphta arbeitende Dieselmotor und die ihren Brennstoff aus Anthracit selbst erzeugenden Sauggas-Kraftanlagen. Elektromotoren bieten nur unter besonderen Umständen die Betriebskraft zu genügend billigem Preis. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn elektrische Zentralstationen für Beleuchtungszwecke im Sommerhalbjahr fast beschäftigungslos dastehen und dann in Kühlanlagen Abnehmer ihrer verfügbaren Energie finden. (Diese Kombination liegt in den Gegenden am nächsten, die heiße und nachthelle Sommer, kalte und tagdunkle Winter haben, z. B. in der nördlichen Hälfte Rußlands.)

Größere Kühlanlagen ſchließen faſt immer ſehr umfangreiche Pumpen-, Ventilations- und Transmiſſionsanlagen ein, von deren geſchickter Anordnung der Nutzeffekt und die Betriebsſicherheit des Ganzen abhängt; häufig enthalten die Kühlmaſchinenhäuſer auch eine elektriſche Beleuchtungsſtation für die Kühlanlage, da in einer ſolchen faſt nur das elektriſche Glühlicht als Lichtquelle in Frage kommt.

β) Baulicher Teil der Kühlanlagen.

226. Form und Größe der Kühlräume.

Die Aufgabe des Architekten iſt bei der Ausführung von Kühlanlagen um nichts weniger wichtig als diejenige des Maſchineningenieurs. Der Kältebedarf jeder Kühlanlage hängt in erſter Linie von dem richtigen Entwurf und der zweckentſprechenden Ausführung des Bauwerkes ab. In den meiſten Fällen iſt mehr als die halbe Kälteleiſtung der Kühlmaſchine zum Ausgleich der von außen in die Kühlräume eindringenden Wärme aufzuwenden, welche proportional iſt der Oberfläche, ſowie der Leiſtungsfähigkeit der Wandungen.

Um für einen gegebenen Rauminhalt eine möglichſt kleine Oberfläche der Kühlräume zu erhalten, iſt die Annäherung der Gebäude an die Würfelform anzuſtreben. Daher ſind niedrige Gebäude mit großer Grundfläche ebenſo unzweckmäßig wie die ſog. Wolkenkratzer. Bei kleiner Grundfläche ſind 2 bis 3ſtöckige, bei ſehr großen Grundflächen höchſtens 7ſtöckige Kühlhäuſer zu empfehlen. Jede Raumverſchwendung iſt vom Übel, ſowohl in wagrechter, wie in lotrechter Richtung; daher erhalten die einzelnen Geſchoſſe eine lichte Höhe von nur 3,00 bis 3,50^{m}, und innerhalb derſelben iſt für möglichſt vollſtändige Ausnutzung der Grundflächen zur Aufſtapelung der Kühlgüter Sorge zu tragen.

227. Konſtruktion der Wandungen.

Die Wandungen ſollen eine möglichſt vollkommene Wärmeiſolierung bieten; hier wird mehr wie irgendwo Sparſamkeit zu einer unverſieglichen Quelle von Verſchwendung. Durch Hinnahme einer minderwertigen Iſolierung kann an einmaliger Ausgabe geſpart werden; aber dafür erfordert die Maſchinenanlage Stunde für Stunde ihr Opfer an „ſchwarzen Diamanten“.

Zunächſt iſt die Wahl des Iſoliermaterials wichtig. Hierbei ſind für Kühlanlagen ganz andere Geſichtspunkte maßgebend wie für Heizanlagen; denn als neuer Zweck kommt bei erſteren die völlige Abhaltung von Feuchtigkeit hinzu. Jede Trennungswand zwiſchen warmer und kalter Luft erfährt von der warmen Seite her einen Feuchtigkeitsniederſchlag. Darum iſt vor allem von der warmen Seite her die der Wand einzuverleibende Iſolierſchicht mit einer völlig waſſerdichten Hülle zu verſehen; doch empfiehlt es ſich, auch die kalte Innenſeite der Iſolierſchichten ebenſo zu ſchützen. Dieſe Hülle muß zugleich fäulnisbeſtändig und geruchfrei ſein. Das beſte Material für dieſelben ſind die ſpeziell für Kühlanlagen erzeugten Iſolierpapiere und -Pappen, welche ſtatt mit den für gewöhnliche Dachpappen verwendbaren Tränkſtoffen mit gummiartigen Subſtanzen (Ruberoid) über- und durchzogen ſind.

Das Iſoliermaterial muß trocken, geruchfrei und in gewiſſem Grade fäulnisbeſtändig ſein. Trockene, ruhende Luftſchichten geben eine vorzügliche Iſolierung. Leider laſſen ſich in aufrechten Wänden die Luftſchichten nicht zur Ruhe zwingen; durch den Temperaturunterſchied zwiſchen der inneren und äußeren Fläche zum beſtändigen Kreislauf angetrieben, befördern ſie bedeutende Wärmemengen durch Konvektion. Man muß daher die doppelten oder dreifachen Hohlräume der Ziegelmauern mit ſchlecht leitenden Stoffen ausfüllen, z. B. mit Aſche, Korkabfällen oder Holzkohlengrus. Daneben empfiehlt ſich die innere Verkleidung der

Ziegelmauern mit Korkplatten, welche mit Mörtel zu verputzen und mit einem glatten Anſtrich, am beſten Emailfarbe, zu verſehen ſind.

228. Konſtruktion der Decken.

Wagrechte Luftſchichten, welche z. B. durch doppelte Deckengewölbe entſtehen, iſolieren vorzüglich; ſollen dieſelben mit Iſoliermaſſe ausgefüllt werden, ſo iſt natürlich ſolche von geringem ſpezifiſchen Gewicht zu wählen. Die unter dem Dache befindliche Decke iſt gegen die Einwirkung der Sonnenwärme beſonders zu ſchützen; meiſtens kann dies durch eine Aufſchüttung von Aſche oder Torfmull in der Höhe von 0,35 bis 0,50^{m} bewirkt werden. An Stelle von Ziegel- oder Betongewölben können Gipsdielen treten, welchen durch Drahteinlage eine gewiſſe Tragfähigkeit verliehen werden kann. Gefrierräume verkleidet man auch nach oben durch Korkplatten.

229. Konſtruktion der Fußböden.

Die Iſolierung gegen die Wärme des Erdbodens muß bei Gefrierräumen ſehr ſorgfältig geſchehen, während ſie bei Kühlräumen mit Temperaturen über 0 Grad C. leichter behandelt werden kann. Der Schutz gegen eindringende Feuchtigkeit (Grundwaſſer) iſt natürlich in beiden Fällen gleich wichtig. Die unterſte Lage der Bodeniſolierung bildet möglichſt harter Beton, worauf als eigentliche Iſolierſchicht 0,25 bis 0,50^{m} dick poröſer Beton (Schlackenbeton) gelegt wird. Der Fußboden wird durch einen Zementeſtrich gebildet. Iſt die Dicke der Iſolierſchicht beſchränkt, ſo muß man an Stelle des Schlackenbetons eine Schicht von Kieſelgur verwenden, um genügenden Wärmeſchutz zu ſichern; Iſolierpappe ſchützt das Kieſelgur wirkſam gegen Näſſe von unten.

230. Tür- und Fenſteröffnungen.

Beſondere Aufmerkſamkeit erfordern die Tür- und Fenſteröffnungen.

Die Anzahl der Türen iſt zu beſchränken. Luftdichter Abſchluß iſt unerläßlich und wird durch ſchräge Schlußflächen erzielt; derſelbe kann durch einen Rand aus Gummi oder Filz verbeſſert werden. Der Verſchluß muß die Tür mit Hebel- oder Schraubenwirkung an ihren Rahmen preſſen. Die Türen werden als Hohlkörper in Blech- oder Holzkonſtruktion hergeſtellt und mit einer Iſoliermaſſe von geringem ſpezifiſchem Gewicht gefüllt.

Kühl- und Gefrierräume dürfen nur durch Doppeltüren zugänglich ſein, die einen Vorraum (Windfang) einſchließen; gleichzeitiges Öffnen der beiden Türen verurſacht ſehr großen Verluſt an Kälte. Neuerdings hat man bei Kühlhäuſern mit ſehr gutem Erfolg die Türen in den Seitenwänden vollſtändig erſetzt durch Luken in den Decken. Kalte Luft entweicht bekanntlich niemals nach oben; die Unbequemlichkeit, welche das Einſteigen und der Warentransport durch ſolche Luken mit ſich bringt, wird dadurch ausgeglichen, daß ein andauerndes Offenhalten derſelben unbedenklich geſchehen kann, was bei ſeitlichen Türen ausgeſchloſſen iſt. Die Erfahrung hat gezeigt, daß Kühlhäuſer mit Deckenluken mit viel kleineren Kühlmaſchinen auskommen als ſolche mit Seitentüren [388]).

---

388) Für das eingehendere Studium der Kühlanlagen mit künſtlicher Kälteerzeugung muß auf die beſondere Fachliteratur verwieſen werden. Aus derſelben ſeien vor allem nachſtehende drei Werke hervorgehoben:

Schröter, M. Vergleichende Verſuche an Kältemaſchinen etc. München 1890.

Lorenz, H. Neuere Kühlmaſchinen, ihre Konſtruktion, Wirkungsweiſe und induſtrielle Verwendung. München 1896. – 3. Aufl. 1901.

Stetefeld, R. Die Eis- und Kälteerzeugungs-Maſchinen etc. Stuttgart 1901.

Berichtigung.

S. 92, unter Fig. 104 u. 105: Statt „$^{1}/_{50}$ w. Gr.“ zu leſen: „$^{1}/_{40}$ w. Gr.“

S. 104, Zeile 3 u. 4 v. u. iſt hinzuzufügen, daß gleichzeitig ein größter Ausſchlag von 2,6^{mm}, alſo von 1,3^{mm} nach jeder Seite der Ruhelage, beobachtet worden iſt.

DRITTER TEIL.

DIE HOCHBAUKONSTRUKTIONEN.

1. Band: **Konstruktionselemente** in Stein, Holz und Eisen. Von Geh. Regierungsrat Prof. G. BARKHAUSEN, Hannover, Geh. Regierungsrat Prof. Dr. F. HEINZERLING, Aachen und Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt. — **Fundamente.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Dritte Auflage. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

2. Band: **Raumbegrenzende Konstruktionen.**

Heft 1: **Wände und Wandöffnungen.** Von Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 24 Mark, in Halbfranz gebunden 27 Mark.

Heft 2: **Einfriedigungen, Brüstungen und Geländer; Balkone, Altane und Erker.** Von Prof. † F. EWERBECK, Aachen und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Gesimse.** Von Prof. † A. GÖLLER, Stuttgart. Zweite Auflage. Preis: 20 M., in Halbfranz geb. 23 M.

Heft 3, a: **Balkendecken.** Von Geh. Regierungsrat Prof. G. BARKHAUSEN, Hannover. Zweite Aufl. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 3, b: **Gewölbte Decken; verglaste Decken und Deckenlichter.** Von Geh. Hofrat Prof. C. KÖRNER, Braunschweig, Bau- und Betriebs-Inspektor A. SCHACHT, Celle, und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Aufl. Preis: 24 Mark, in Halbfranz gebunden 27 Mark.

Heft 4: **Dächer;** Dachformen. Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — Dachstuhlkonstruktionen. Von Geh. Baurat Prof. TH. LANDSBERG, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

Heft 5: **Dachdeckungen;** verglaste Dächer und Dachlichter; massive Steindächer, Nebenanlagen der Dächer. Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin, Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt und Geh. Oberbaurat L. SCHWERING, St. Johann a. d. Saar. Zweite Auflage. Preis: 26 Mark, in Halbfranz gebunden 29 Mark.

3. Band, Heft 1: **Fenster, Thüren** und andere bewegliche Wandverschlüsse. Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. Zweite Auflage.
Preis: 21 Mark, in Halbfranz gebunden 24 Mark.

Heft 2: **Anlagen zur Vermittelung des Verkehrs in den Gebäuden** (Treppen und innere Rampen; Aufzüge; Sprachrohre, Haus- und Zimmer-Telegraphen). Von Direktor † J. KRÄMER, Frankenhausen, Kaiserl. Rat PH. MAYER, Wien, Baugewerkschullehrer O. SCHMIDT, Posen und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 14 Mark, in Halbfranz gebunden 17 Mark.

Heft 3: **Ausbildung der Fussboden-, Wand- und Deckenflächen.** Von Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

4. Band: **Anlagen zur Versorgung der Gebäude mit Licht und Luft, Wärme und Wasser.** Versorgung der Gebäude mit Sonnenlicht und Sonnenwärme. Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — Künstliche Beleuchtung der Räume. Von Geh. Regierungsrat Prof. H. FISCHER und Prof. Dr. W. KOHLRAUSCH, Hannover. — Heizung und Lüftung der Räume. Von Geh. Regierungsrat Prof. H. FISCHER, Hannover. — Wasserversorgung der Gebäude. Von Prof. Dr. O. LUEGER, Stuttgart. Zweite Auflage.
Preis: 22 Mark, in Halbfranz gebunden 25 Mark.

5. Band: **Koch-, Spül-, Wasch- und Bade-Einrichtungen.** Von Geh. Bauräten Professoren † E. MARX und Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Entwässerung und Reinigung der Gebäude;** Ableitung des Haus-, Dach- und Hofwassers; Aborte und Pissoirs; Entfernung der Fäkalstoffe aus den Gebäuden. Von Privatdocent Bauinspektor M. KNAUFF, Berlin und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Aufl. (Vergriffen.) Dritte Auflage in Vorbereitung.

6. Band: **Sicherungen gegen Einbruch.** Von Geh. Baurat Prof. † E. MARX, Darmstadt und Geh. Baurat Prof. H. KOCH, Berlin. — **Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik.** Von Stadtbaurat A. STURMHOEFEL, Berlin. — **Glockenstühle.** Von Geh. Rat Dr. C. KÖPCKE, Dresden. — **Sicherungen gegen Feuer, Blitzschlag, Bodensenkungen und Erderschütterungen; Stützmauern.** Von Baurat E. SPILLNER, Essen. — **Terrassen und Perrons, Freitreppen und äussere Rampen.** Von Prof. † F. EWERBECK, Aachen. — **Vordächer.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Eisbehälter und Kühlanlagen mit künstlicher Kälteerzeugung.** Von Oberingenieur E. BRÜCKNER, Moskau und Baurat E. SPILLNER, Essen. Dritte Auflage. Preis: 14 Mark, in Halbfranz gebunden 17 Mark.

VIERTER TEIL.

ENTWERFEN, ANLAGE UND EINRICHTUNG DER GEBÄUDE.

1. Halbband: **Die architektonische Komposition.** Allgemeine Grundzüge. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — Die Proportionen in der Architektur. Von Prof. A. THIERSCH, München. — Die Anlage des Gebäudes. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — Die Gestaltung der äusseren und inneren Architektur. Von Prof. J. BÜHLMANN, München. — Vorräume, Treppen-, Hof- und Saal-Anlagen. Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.)
Dritte Auflage unter der Presse.

2. Halbband: **Gebäude für die Zwecke des Wohnens, des Handels und Verkehres.**

Heft 1: **Wohnhäuser.** Von Geh. Hofrat Prof. C. WEISSBACH, Dresden.
Preis: 21 Mark, in Halbfranz gebunden 24 Mark.

Heft 2: **Gebäude für Geschäfts- und Handelszwecke** (Geschäfts-, Kauf- und Warenhäuser, Gebäude für Banken und andere Geldinstitute, Passagen oder Galerien, Börsengebäude). Von Prof. Dr. H. AUER, Bern, Architekt P. KICK, Berlin, Prof. K. ZAAR, Berlin und Docent A. L. ZAAR, Berlin. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

Heft 3: **Gebäude für den Post-, Telegraphen- und Fernsprechdienst.** Von Postbaurat R. NEUMANN, Erfurt. Preis: 10 Mark, in Halbfranz gebunden 13 Mark.

3. Halbband: **Gebäude für die Zwecke der Landwirtschaft und der Lebensmittel-Versorgung.**

Heft 1: **Landwirtschaftliche Gebäude und verwandte Anlagen.** Von Prof. A. SCHUBERT, Kassel und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Auflage.
Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

Heft 2: **Gebäude für Lebensmittel-Versorgung** (Schlachthöfe und Viehmärkte; Märkte für Lebensmittel; Märkte für Getreide; Märkte für Pferde und Hornvieh). Von Stadtbaurat † G. OSTHOFF, Berlin und Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 16 Mark, in Halbfranz gebunden 19 Mark.

4. Halbband: **Gebäude für Erholungs-, Beherbergungs- und Vereinszwecke.**

Heft 1: **Schankstätten und Speisewirtschaften, Kaffeehäuser und Restaurants.** Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — **Volksküchen und Speiseanstalten für Arbeiter; Volks-Kaffeehäuser.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. — **Oeffentliche Vergnügungsstätten.** Von Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — **Festhallen.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. DURM, Karlsruhe. — **Gasthöfe höheren Ranges.** Von Geh. Baurat H. v. D. HUDE, Berlin. — **Gasthöfe niederen Ranges, Schlaf- und Herbergshäuser.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.)
Dritte Auflage in Vorbereitung.

Heft 2: **Baulichkeiten für Kur- und Badeorte.** Von Architekt † J. MYLIUS, Frankfurt a. M. und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — **Gebäude für Gesellschaften und Vereine.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. — **Baulichkeiten für den Sport. Sonstige Baulichkeiten für Vergnügen und Erholung.** Von Geh.-Rat Prof. Dr. J. DURM, Karlsruhe, Architekt † J. LIEBLEIN, Frankfurt a. M., Oberbaurat Prof. R. v. REINHARDT, Stuttgart und Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. Zweite Auflage. (Vergriffen.) Dritte Auflage in Vorbereitung.

5. Halbband: **Gebäude für Heil- und sonstige Wohlfahrts-Anstalten.**

Heft 1: **Krankenhäuser.** Von Prof. F. O. KUHN, Berlin. Zweite Auflage.
Preis: 32 Mark, in Halbfranz gebunden 35 Mark.

Heft 2: **Verschiedene Heil- und Pflege-Anstalten** (Irrenanstalten, Entbindungsanstalten, Heimstätten für Wöchnerinnen und für Schwangere, Sanatorien, Lungenheilstätten, Heimstätten für Genesende); **Versorgungs-, Pflege- und Zufluchtshäuser.** Von Stadtbaurat G. BEHNKE, Frankfurt a. M., Prof. K. HENRICI, Aachen, Architekt F. SANDER, Frankfurt a. M., Geh. Baurat W. VOIGES, Wiesbaden, Bauinspektor H. WAGNER, Darmstadt, Geh. Oberbaurat V. v. WELTZIEN, Darmstadt und Stadtbaurat Dr. K. WOLFF, Hannover. Zweite Auflage. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 3: **Bade- und Schwimm-Anstalten.** Von Prof. F. GENZMER, Berlin.
Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 4: **Wasch- und Desinfektions-Anstalten.** Von Prof. F. GENZMER, Berlin.
Preis: 9 Mark, in Halbfranz gebunden 12 Mark.

Jeder Band, bezw. jedes Heft, bildet ein für sich abgeschlossenes Ganze und ist auch einzeln käuflich.

6. Halbband: **Gebäude für Erziehung, Wissenschaft und Kunst.**

Heft 1: **Niedere und höhere Schulen** (Schulbauwesen im allgemeinen; Volksschulen und andere niedere Schulen; niedere techn. Lehranstalten u. gewerbl. Fachschulen; Gymnasien und Reallehranstalten, mittlere techn. Lehranstalten, höhere Mädchenschulen, sonstige höhere Lehranstalten; Pensionate u. Alumnate, Lehrer- u. Lehrerinnenseminare, Turnanstalten). Von Stadtbaurat G. BEHNKE, Frankfurt a. M., Prof. K. HINTRÄGER, Gries, Oberbaurat Prof. † H. LANG, Karlsruhe, Architekt † O. LINDHEIMER, Frankfurt a. M., Geh. Bauräten Prof. Dr. E. SCHMITT und † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. Zweite Auflage. Preis: 18 Mark, in Halbfranz gebunden 21 Mark.

Heft 2: **Hochschulen**, zugehörige und verwandte wissenschaftliche Institute (Universitäten; technische Hochschulen; naturwissenschaftliche Institute; medizinische Lehranstalten der Universitäten; technische Laboratorien; Sternwarten und andere Observatorien). Von Geh. Oberbaurat H. EGGERT, Berlin, Baurat C. JUNK, Berlin, Geh. Hofrat Prof. C. KÖRNER, Braunschweig, Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt, Oberbaudirektor † Dr. P. SPIEKER, Berlin und Geh. Regierungsrat L. v. TIEDEMANN, Potsdam. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 3: **Künstler-Ateliers, Kunstakademien und Kunstgewerbeschulen; Konzerthäuser und Saalbauten.** Von Reg.-Baumeister C. SCHAUPERT, Nürnberg, Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt und Prof. C. WALTHER, Nürnberg. Preis: 15 Mark, in Halbfranz gebunden 18 Mark.

Heft 4: **Gebäude für Sammlungen und Ausstellungen** (Archive; Bibliotheken; Museen; Pflanzenhäuser; Aquarien; Ausstellungsbauten). Von Baurat † A. KERLER, Karlsruhe, Stadtbaurat A. KORTÜM, Halle, Architekt † O. LINDHEIMER, Frankfurt a. M., Prof. A. MESSEL, Berlin, Architekt R. OPFERMANN, Mainz, Geh. Bauräten Prof. Dr. E. SCHMITT und † Dr. H. WAGNER, Darmstadt. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

Heft 5: **Theater.** Von Baurat M. SEMPER, Hamburg.
Preis: 27 Mark, in Halbfranz gebunden 30 Mark.

Heft 6: **Zirkus- und Hippodromgebäude.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt. Unter der Presse.

7. Halbband: **Gebäude für Verwaltung, Rechtspflege und Gesetzgebung; Militärbauten.**

Heft 1: **Gebäude für Verwaltung und Rechtspflege** (Stadt- und Rathäuser; Gebäude für Ministerien, Botschaften und Gesandtschaften; Geschäftshäuser für Provinz- und Kreisbehörden; Geschäftshäuser für sonstige öffentliche und private Verwaltungen; Leichenschauhäuser; Gerichtshäuser; Straf- und Besserungsanstalten). Von Prof. F. BLUNTSCHLI, Zürich, Stadtbaurat A. KORTÜM, Halle, Prof. G. LASIUS, Zürich, Stadtbaurat † G. OSTHOFF, Berlin, Geh. Baurat Prof. Dr. E. SCHMITT, Darmstadt, Baurat F. SCHWECHTEN, Berlin, Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt und Baudirektor † TH. v. LANDAUER, Stuttgart. Zweite Auflage.
Preis: 27 Mark, in Halbfranz gebunden 30 Mark.

Heft 2: **Parlaments- und Ständehäuser; Gebäude für militärische Zwecke.** Von Geh. Baurat Prof. Dr. P. WALLOT, Dresden, Geh. Baurat Prof. † Dr. H. WAGNER, Darmstadt und Oberstleutnant F. RICHTER, Dresden. Zweite Aufl. Preis: 12 Mark, in Halbfranz gebunden 15 Mark.

8. Halbband: **Kirchen, Denkmäler und Bestattungsanlagen.**

Heft 1: **Kirchen.** Von Hofrat Prof. Dr. C. GURLITT, Dresden. In Vorbereitung.

Heft 2 u. 3: **Denkmäler.** Von Architekt A. HOFMANN, Berlin. Unter der Presse.

Heft 4: **Bestattungsanlagen.** Von Städt. Baurat H. GRÄSSEL, München. In Vorbereitung.

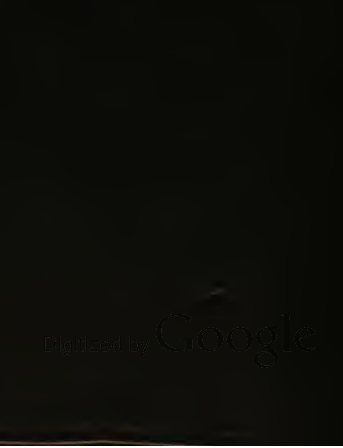
9. Halbband: **Der Städtebau.** Von Geh. Baurat J. STÜBBEN, Köln. (Vergriffen.) Zweite Auflage in Vorbereitung.

10. Halbband: **Die Garten-Architektur.** Von Baurat A. LAMBERT und Architekt E. STAHL, Stuttgart.
Preis: 8 Mark, in Halbfranz gebunden 11 Mark.

Das »Handbuch der Architektur« ist zu beziehen durch die meisten Buchhandlungen, welche auf Verlangen auch einzelne Bände zur Ansicht vorlegen. Die meisten Buchhandlungen liefern das »Handbuch der Architektur« auf Verlangen sofort vollständig, soweit erschienen, oder eine beliebige Auswahl von Bänden, Halbbänden und Heften auch gegen monatliche Teilzahlungen. Die Verlagshandlung ist auf Wunsch bereit, solche Handlungen nachzuweisen.

Stuttgart,
im Oktober 1903.

Arnold Bergsträsser Verlagsbuchhandlung
A. Kröner.




UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06837 3086

